

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problems Mailbox.**

Partial Translation of JP 11-163911

Jpn. Pat. Appln. KOKAI Publication No. 11-163911
Filing No.: 9-327359
Filing Date: November 28, 1997
Applicant: NEC Corporation
KOKAI Date: June 18, 1999
Request for Examination: Filed
Int.Cl.: H0 4L 12/437
 H0 4B 10/20
 10/02
 H0 4L 12/28

(In the translation below, meaningless English letters and formulas are excluded because they are irrelevant to the contents of the publication.)

[Object] The object is to construct a low-cost ring system which is configured for insertion, division and multiplexing of optical signals, enables the total ring length to be as large as possible, and provides effective accommodation of optical paths.

[Means for Achievement] Working rings 101 and 103 are assigned with working optical paths as many as possible, and auxiliary rings 102 and 104 are used as shared resources. If working optical path 401 fails (for example, if an optical fiber breaks between nodes 105 and 106), loopback switching is not executed. Instead, a switching request is transmitted from an end node 108 to a source node 106, thereby switching the source node 106 and making a detour to an auxiliary optical path 402, for

recovery from the failure.

[What is claimed is:]

[Claim 1] A communication network comprising a plurality of communication node means for performing signal insertion and separation, and a plurality of transmission paths, wherein said communication node means includes at least a first ring, a second ring, a third ring and a fourth ring which are connected through said transmission paths in such a manner as to constitute the same network topology, the first ring transmits working signals clockwise or counterclockwise, auxiliary resources of the working signals of the first ring are shared by the second ring which transmits signals in the opposite direction to that of the first ring, the third ring transmits working signals in the opposite direction to that of the first ring, and auxiliary resources of the working signals of the third ring are shared by the fourth ring which transmits signals in the opposite direction to that of the third ring, characterized in that: with respect to first communication wherein a signal is inserted at the i -th communication node means of said plurality of communication node means and the signal is transmitted to the j -th communication node means through the first ring, if the j -th communication node means

detects failure, the j-th communication node means sends a request message to the i-th communication node means so that the communication path of the first communication may be replaced by a detour path utilizing the second ring, and the i-th communication node means switches the communication path of the first communication from the first ring to the second ring in response to reception of the request message, thereby recovering the failure in the first communication; and with respect to second communication wherein a signal is inserted at the m-th communication node means of said plurality of communication node means and the signal is transmitted to the n-th communication node means through the third ring, if the n-th communication node means detects failure, the n-th communication node means sends a request message to the m-th communication node means so that the communication path of the second communication may be replaced by a detour path utilizing the fourth ring, and the m-th communication node means switches the communication path of the second communication from the third ring to the fourth ring in response to reception of the request message, thereby recovering the failure in the second communication.

[Claim 2] A communication network comprising a plurality of

Partial Translation of JP 11-163911

communication node means for performing signal insertion and separation, and a plurality of transmission paths, wherein said communication node means includes at least a first ring and a second ring which are connected through said transmission paths in such a manner as to constitute the same network topology, the first ring transmits signals clockwise or counterclockwise, and the second ring transmits signals in the opposite direction to that of the first ring, characterized in that: the transmission band of the first ring includes an auxiliary resource band which is shared by working signal groups transmitted through the second ring, and the transmission band of the second ring includes an auxiliary resource band which is shared by working signal groups transmitted through the first ring; with respect to first communication wherein a signal is inserted at the i -th communication node means of said plurality of communication node means and the signal is transmitted to the j -th communication node means through the first ring, if the j -th communication node means detects failure, the j -th communication node means sends a request message to the i -th communication node means so that the communication path of the first communication may be replaced by a detour path utilizing the auxiliary resource band of the second ring, and the i -th

communication node means switches the communication path of the first communication from the first ring to the auxiliary resource band of the second ring in response to reception of the request message, thereby recovering the failure in the first communication; and with respect to second communication wherein a signal is inserted at the m-th communication node means of said plurality of communication node means and the signal is transmitted to the m-th communication node means through the second ring, if the n-th communication node means detects failure, the n-th communication node means sends a request message to the m-th communication node means so that the communication path of the second communication may be replaced by a detour path utilizing the auxiliary resource band of the first ring, and the m-th communication node means switches the communication path of the second communication from the second ring to the auxiliary resource band of the first ring in response to reception of the request message, thereby recovering the failure in the second communication.

[Claim 3] A communication network node device comprising: at least one insertion/division multiplexing means including at least one multiplexed signal input terminal for receiving a multiplexed signal, at least one insertion input terminal for

signal insertion, at least one division output terminal for outputting a multiplex division signal obtained by multiplex division of the multiplexed signal received at the multiplexed signal input terminal, and a multiplexed signal output terminal for outputting a signal obtained by multiplexing a signal received at the insertion input terminal and the multiplex division signal; at least one external input terminal connected to another node; at least one external output terminal connected to another node; at least one switch means having a plurality of output terminals; at least one synthesizing means; at least one signal input terminal; and at least one signal output terminal, characterized in that the external input terminal is connected to the multiplexed signal input terminal of the insertion/division multiplexing means, the multiplexed signal output terminal of the insertion/division multiplexing means is connected to the external output terminal, the signal input terminal is connected to the switch means, the switch means is connected to the insertion input terminal of the insertion/division multiplexing means, the division output terminal of the insertion/division multiplexing means is connected to the synthesizing means, and the synthesizing means is connected to the signal output terminal.

[Claim 4] A communication network node device comprising: at least one insertion/division multiplexing means including at least one multiplexed signal input terminal for receiving a multiplexed signal, at least one insertion input terminal for signal insertion, at least one division output terminal for outputting a multiplex division signal obtained by multiplex division of the multiplexed signal received at the multiplexed signal input terminal, and a multiplexed signal output terminal for outputting a signal obtained by multiplexing a signal received at the insertion input terminal and the multiplex division signal; at least one external input terminal connected to another node; at least one external output terminal connected to another node; at least one switch means having a plurality of output terminals; at least one synthesizing means; at least one signal input terminal; at least one signal output terminal; and at least one control means for exchanging control information with reference to another node and performing switching control of the optical switch means on the basis of the control information, characterized in that the external input terminal is connected to the multiplexed signal input terminal of the insertion/division multiplexing means, the multiplexed signal output terminal of the insertion/division

multiplexing means is connected to the external output terminal, the signal input terminal is connected to the switch means, the switch means is connected to the insertion input terminal of the insertion/division multiplexing means, the division output terminal of the insertion/division multiplexing means is connected to the synthesizing means, and the synthesizing means is connected to the signal output terminal.

[Claim 5] A communication network node device comprising: at least one insertion/division multiplexing means including at least one multiplexed signal input terminal for receiving a multiplexed signal, at least one insertion input terminal for signal insertion, at least one division output terminal for outputting a multiplex division signal obtained by multiplex division of the multiplexed signal received at the multiplexed signal input terminal, and a multiplexed signal output terminal for outputting a signal obtained by multiplexing a signal received at the insertion input terminal and the multiplex division signal; at least one external input terminal connected to another node; at least one external output terminal connected to another node; at least one switch means having a plurality of output terminals; at least one synthesizing means; at least one signal input terminal; at least one signal output

terminal; at least one signal monitoring means for monitoring signals input to the synthesizing means; and at least one control means for exchanging control information with reference to another node and performing switching control of the optical switch means on the basis of the control information, characterized in that the external input terminal is connected to the multiplexed signal input terminal of the insertion/division multiplexing means, the multiplexed signal output terminal of the insertion/division multiplexing means is connected to the external output terminal, the signal input terminal is connected to the switch means, the switch means is connected to the insertion input terminal of the insertion/division multiplexing means, the division output terminal of the insertion/division multiplexing means is connected to the synthesizing means, the synthesizing means is connected to the signal output terminal, and the control means controls the switch means on the basis of monitoring results the monitoring means outputs with respect to signals input to the synthesizing means and the control information exchanged with said another node.

[Claim 6] A failure recovery system applied to a ring network wherein auxiliary resources constituting a detour communication

path are shared by a plurality of working signals, and communication is performed from an input terminal of a first communication network node device to an output terminal of a second communication network node device, characterized in that, if the second communication network node device detects a failure in the communication, the second communication network node device sends a failure recovery request message to the first communication network node device, and upon reception of the failure recovery request message by the first communication network node device, switch means of the first communication network node device switches to a detour path in which communication is performed in the opposite direction of said communication, and the failure in the communication is thereby recovered.

[Claim 7] A communication network according to claim 1 or 2, characterized in that the communication node means is optical communication node means, the transmission path is an optical transmission path, and the communication is optical communication.

[Claim 8] A communication network node device according to claim 3, 4 or 5, characterized in that the insertion/division multiplexing means is insertion/division multiplexing means

applied to optical signals.

[Claim 9] A communication network node device according to claim 3, 4 or 5, characterized in that the insertion/division multiplexing means is insertion/division multiplexing means applied to wavelengths.

[Claim 10] A failure recovery system according to claim 6, characterized in that each of the first communication network node device and the second communication network node device is identical to the communication network node device described in claim 3, 4 or 5.

[Claim 11] A failure recovery system according to claim 6, characterized in that each of the first communication network node device and the second communication network node device is identical to the communication network node device described in claim 8 or 9.

[Claim 12] A communication network according to claim 7, wherein the optical communication is wavelength multiplexing optical communication.

[Object of the Invention] However, the use of the 2-fiber one-way ring (1+1 protection system) requires a configuration wherein an auxiliary path whose direction is opposite to that

of a working path is prepared on a ring with a 1:1 correspondence, so that optical signals are transmitted at all times. Hence, the utilization ratio is impaired, and the cost is inevitably high.

[0012] On the other hand, if a loopback system is used for recovering a failure in a ring such as a 4-fiber bi-directional ring, the following problem occurs. Let us assume that a path having a distance which is nearly equal to one circumference of the ring is used as a working path. In this case, the execution of loopback necessitates optical transmission for a distance nearly twice as long as one circumference of the ring. Even in the case where the working path is half of one circumference of the ring, the optical transmission 1.5 times as long as one circumference is required.

[0013] Accordingly, the object of the present invention is to construct a ring system which has a failure recovery function, enables the total ring length to be as large as possible, and provides a low-cost communication network.

[0014]

[Means for Achieving the Object] The first invention concerns a communication network comprising a plurality of communication node means for performing signal insertion and separation, and

a plurality of transmission paths, wherein said communication node means includes at least a first ring, a second ring, a third ring and a fourth ring which are connected through said transmission paths in such a manner as to constitute the same network topology, the first ring transmits working signals clockwise or counterclockwise, auxiliary resources of the working signals of the first ring are shared by the second ring which transmits signals in the opposite direction to that of the first ring, the third ring transmits working signals in the opposite direction to that of the first ring, and auxiliary resources of the working signals of the third ring are shared by the fourth ring which transmits signals in the opposite direction to that of the third ring, characterized in that: with respect to first communication wherein a signal is inserted at the i -th communication node means of said plurality of communication node means and the signal is transmitted to the j -th communication node means through the first ring, if the j -th communication node means detects failure, the j -th communication node means sends a request message to the i -th communication node means so that the communication path of the first communication may be replaced by a detour path utilizing the second ring, and the i -th communication node means switches

the communication path of the first communication from the first ring to the second ring in response to reception of the request message, thereby recovering the failure in the first communication; and with respect to second communication wherein a signal is inserted at the m-th communication node means of said plurality of communication node means and the signal is transmitted to the n-th communication node means through the third ring, if the n-th communication node means detects failure, the n-th communication node means sends a request message to the m-th communication node means so that the communication path of the second communication may be replaced by a detour path utilizing the fourth ring, and the m-th communication node means switches the communication path of the second communication from the third ring to the fourth ring in response to reception of the request message, thereby recovering the failure in the second communication.

[0015] The second invention concerns a communication network comprising a plurality of communication node means for performing signal insertion and separation, and a plurality of transmission paths, wherein said communication node means includes at least a first ring and a second ring which are connected through said transmission paths in such a manner as

to constitute the same network topology, the first ring transmits signals clockwise or counterclockwise, and the second ring transmits signals in the opposite direction to that of the first ring, characterized in that: the transmission band of the first ring includes an auxiliary resource band which is shared by working signal groups transmitted through the second ring, and the transmission band of the second ring includes an auxiliary resource band which is shared by working signal groups transmitted through the first ring; with respect to first communication wherein a signal is inserted at the i -th communication node means of said plurality of communication node means and the signal is transmitted to the j -th communication node means through the first ring, if the j -th communication node means detects failure, the j -th communication node means sends a request message to the i -th communication node means so that the communication path of the first communication may be replaced by a detour path utilizing the auxiliary resource band of the second ring, and the i -th communication node means switches the communication path of the first communication from the first ring to the auxiliary resource band of the second ring in response to reception of the request message, thereby recovering the failure in the

first communication; and with respect to second communication wherein a signal is inserted at the m-th communication node means of said plurality of communication node means and the signal is transmitted to the m-th communication node means through the second ring, if the n-th communication node means detects failure, the n-th communication node means sends a request message to the m-th communication node means so that the communication path of the second communication may be replaced by a detour path utilizing the auxiliary resource band of the first ring, and the m-th communication node means switches the communication path of the second communication from the second ring to the auxiliary resource band of the first ring in response to reception of the request message, thereby recovering the failure in the second communication.

[0016] The third invention concerns a communication network node device comprising: at least one insertion/division multiplexing means including at least one multiplexed signal input terminal for receiving a multiplexed signal, at least one insertion input terminal for signal insertion, at least one division output terminal for outputting a multiplex division signal obtained by multiplex division of the multiplexed signal received at the multiplexed signal input terminal, and a

multiplexed signal output terminal for outputting a signal obtained by multiplexing a signal received at the insertion input terminal and the multiplex division signal; at least one external input terminal connected to another node; at least one external output terminal connected to another node; at least one switch means having a plurality of output terminals; at least one synthesizing means; at least one signal input terminal; and at least one signal output terminal, characterized in that the external input terminal is connected to the multiplexed signal input terminal of the insertion/division multiplexing means, the multiplexed signal output terminal of the insertion/division multiplexing means is connected to the external output terminal, the signal input terminal is connected to the switch means, the switch means is connected to the insertion input terminal of the insertion/division multiplexing means, the division output terminal of the insertion/division multiplexing means is connected to the synthesizing means, and the synthesizing means is connected to the signal output terminal.

[0017] The fourth invention concerns a communication network node device comprising: at least one insertion/division multiplexing means including at least one multiplexed signal

input terminal for receiving a multiplexed signal, at least one insertion input terminal for signal insertion, at least one division output terminal for outputting a multiplex division signal obtained by multiplex division of the multiplexed signal received at the multiplexed signal input terminal, and a multiplexed signal output terminal for outputting a signal obtained by multiplexing a signal received at the insertion input terminal and the multiplex division signal; at least one external input terminal connected to another node; at least one external output terminal connected to another node; at least one switch means having a plurality of output terminals; at least one synthesizing means; at least one signal input terminal; at least one signal output terminal; and at least one control means for exchanging control information with reference to another node and performing switching control of the optical switch means on the basis of the control information, characterized in that the external input terminal is connected to the multiplexed signal input terminal of the insertion/division multiplexing means, the multiplexed signal output terminal of the insertion/division multiplexing means is connected to the external output terminal, the signal input terminal is connected to the switch means, the switch means is

connected to the insertion input terminal of the insertion/division multiplexing means, the division output terminal of the insertion/division multiplexing means is connected to the synthesizing means, and the synthesizing means is connected to the signal output terminal.

[0018] The fifth invention concerns a communication network node device comprising: at least one insertion/division multiplexing means including at least one multiplexed signal input terminal for receiving a multiplexed signal, at least one insertion input terminal for signal insertion, at least one division output terminal for outputting a multiplex division signal obtained by multiplex division of the multiplexed signal received at the multiplexed signal input terminal, and a multiplexed signal output terminal for outputting a signal obtained by multiplexing a signal received at the insertion input terminal and the multiplex division signal; at least one external input terminal connected to another node; at least one external output terminal connected to another node; at least one switch means having a plurality of output terminals; at least one synthesizing means; at least one signal input terminal; at least one signal output terminal; at least one signal monitoring means for monitoring signals input to the

synthesizing means; and at least one control means for exchanging control information with reference to another node and performing switching control of the optical switch means on the basis of the control information, characterized in that the external input terminal is connected to the multiplexed signal input terminal of the insertion/division multiplexing means, the multiplexed signal output terminal of the insertion/division multiplexing means is connected to the external output terminal, the signal input terminal is connected to the switch means, the switch means is connected to the insertion input terminal of the insertion/division multiplexing means, the division output terminal of the insertion/division multiplexing means is connected to the synthesizing means, the synthesizing means is connected to the signal output terminal, and the control means controls the switch means on the basis of monitoring results the monitoring means outputs with respect to signals input to the synthesizing means and the control information exchanged with said another node.

[0019] The sixth invention concerns a failure recovery system applied to a ring network wherein auxiliary resources constituting a detour communication path are shared by a

plurality of working signals, and communication is performed from an input terminal of a first communication network node device to an output terminal of a second communication network node device, characterized in that, if the second communication network node device detects a failure in the communication, the second communication network node device sends a failure recovery request message to the first communication network node device, and upon reception of the failure recovery request message by the first communication network node device, switch means of the first communication network node device switches to a detour path in which communication is performed in the opposite direction of said communication, and the failure in the communication is thereby recovered.

[0020] The seventh invention concerns a communication network according to claim 1 or 2, characterized in that the communication node means is optical communication node means, the transmission path is an optical transmission path, and the communication is optical communication.

[0021] The eighth invention concerns a communication network node device according to claim 3, 4 or 5, characterized in that the insertion/division multiplexing means is insertion/division multiplexing means applied to optical signals.

[0022] The ninth invention concerns a communication network node device according to claim 3, 4 or 5, characterized in that the insertion/division multiplexing means is insertion/division multiplexing means applied to wavelengths.

[0023] The tenth invention concerns a failure recovery system according to claim 6, characterized in that each of the first communication network node device and the second communication network node device is identical to the communication network node device described in claim 3, 4 or 5.

[0024] The eleventh invention concerns a failure recovery system according to claim 6, characterized in that each of the first communication network node device and the second communication network node device is identical to the communication network node device described in claim 8 or 9.

[0025] The twelfth invention concerns a communication network according to claim 7, wherein the optical communication is wavelength multiplexing optical communication.

[0026] An operation of the present invention will now be described.

[0027] If a failure occurs, a system of the present invention uses shared auxiliary resources and determines a detour path for each optical path. The detour path is opposite in

direction to the path in which the failure occurs. Since the failure is recovered after switching to the detour path, loopback switching is not required, and optical transmission corresponding to one circumference or more need not be performed. Although the present invention uses a path switching system, the path accommodation efficiency is enhanced because of the sharing of auxiliary resources. The reason for this is that the use of the prior art (1+1) protection system entails the need to make the auxiliary path active at all times, and the maximal number of paths that can be accommodated is no more than two on condition that one wavelength is used in one circumference of one ring. In other words, the paths available are limited to those for upward traffic and downward traffic between nodes. In the system of the present invention, however, auxiliary resources are shared by all working resources, so that the number of paths that can be accommodated is equal to the maximal number of intervals between adjacent nodes (i.e., the number of nodes) on condition that one wavelength is used for one working ring. Since the present invention does not perform loopback and yet enhances the path accommodation efficiency, the communication network can be provided at low cost.

[0028] In the case of a wavelength multiplexing system, wavelengths have to be controlled individually because they are hard to monitor in a multiplexed state. Such a system is compatible with the system of the present invention wherein control is required for each path. Hence, the present invention is applicable without any substantial modification and thus helps to realize a low-cost system. The present invention is especially advantageous when it is applied to a system using a small number of paths, such as a wavelength multiplexing system (the number of paths of which is small because physical restrictions are imposed on the number of wavelengths that can be multiplexed) and a system which deals with a high-speed signal obtained by multiplexing low-speed signals. When applied to these systems, the present invention does not have to control many paths, and the management cost decreases, accordingly.

[Brief Description of the Drawings]

[FIG. 1] FIG. 1 is a block diagram illustrating the first embodiment of the present invention.

[FIG. 2] FIG. 2 is a block diagram illustrating the processing section which the configuration of FIG. 1 uses for working

signals transmitted clockwise.

[FIG. 3] FIG. 3 is a block diagram illustrating the optical ADM section employed in the configuration shown in FIG. 2.

[FIG. 4] FIG. 4 illustrates the failure recovering operation performed in the first embodiment.

[FIG. 5] FIG. 5 is a sequence chart illustrating the failure recovering operation performed in the first embodiment.

[FIG. 6] FIG. 6 is a flowchart illustrating how a node operates when the failure recovery operation is performed in the first embodiment.

[FIG. 7] FIG. 7 illustrates advantages of the system employed in the first embodiment.

[FIG. 8] FIG. 8 is a block diagram showing another embodiment obtained by modifying the configuration shown in FIG. 3.

[FIG. 9] FIG. 9 is a block diagram showing still another embodiment obtained by modifying the configuration shown in FIG. 3.

[FIG. 10] FIG. 10 is a block diagram illustrating the prior art.

[FIG. 11] FIG. 11 is a block diagram illustrating the prior art.

[Explanation of Reference Numerals]

101, 103 Working Ring

102, 104 Auxiliary Ring

Partial Translation of JP 11-163911

200 Processor for working signals transmitted clockwise
211 to 214 Optical Switch
215, 216 Monitoring control unit
217 to 220 Optical Branch Unit
310, 311 Optical Gate
401 Working Optical Path
402 Auxiliary Optical Path
1021 Working Optical Path
1022 Auxiliary Optical Path
1121 Working Optical Path
1122 Auxiliary Optical Path

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-163911

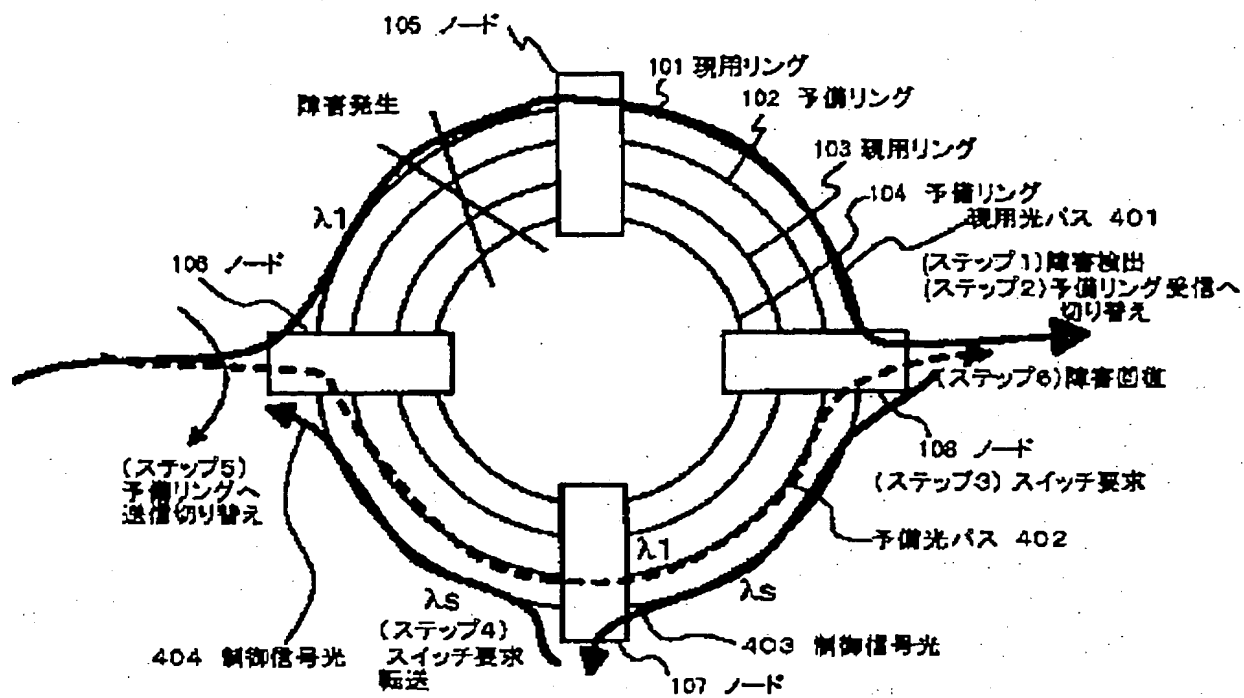
(43) 公開日 平成11年(1999) 6月18日

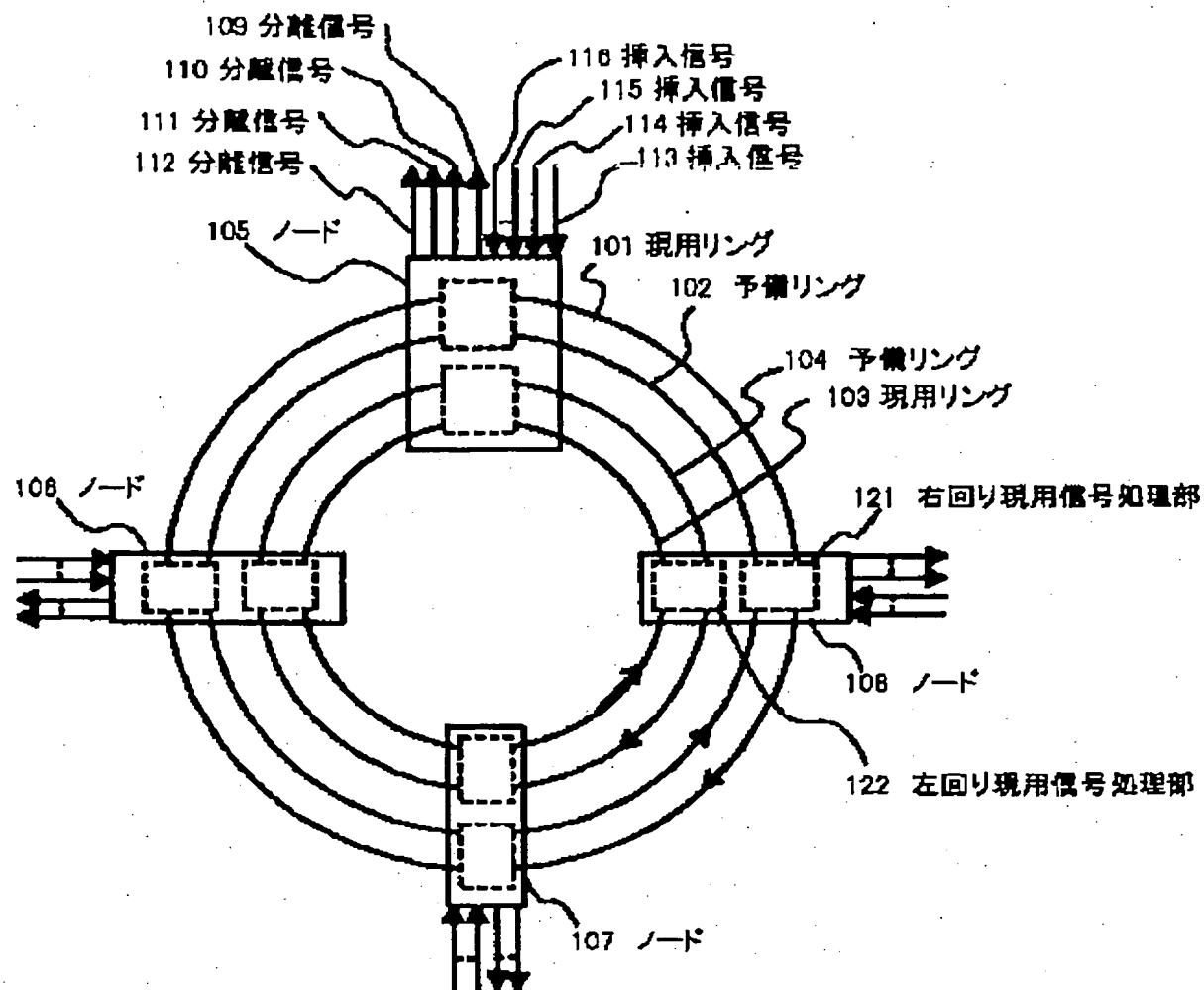
(51) Int.Cl. ⁸	識別記号	F I	
H 0 4 L 12/437		H 0 4 L 11/00	3 3 1
H 0 4 B 10/20		H 0 4 B 9/00	N
10/02			H
H 0 4 L 12/28		H 0 4 L 11/20	C

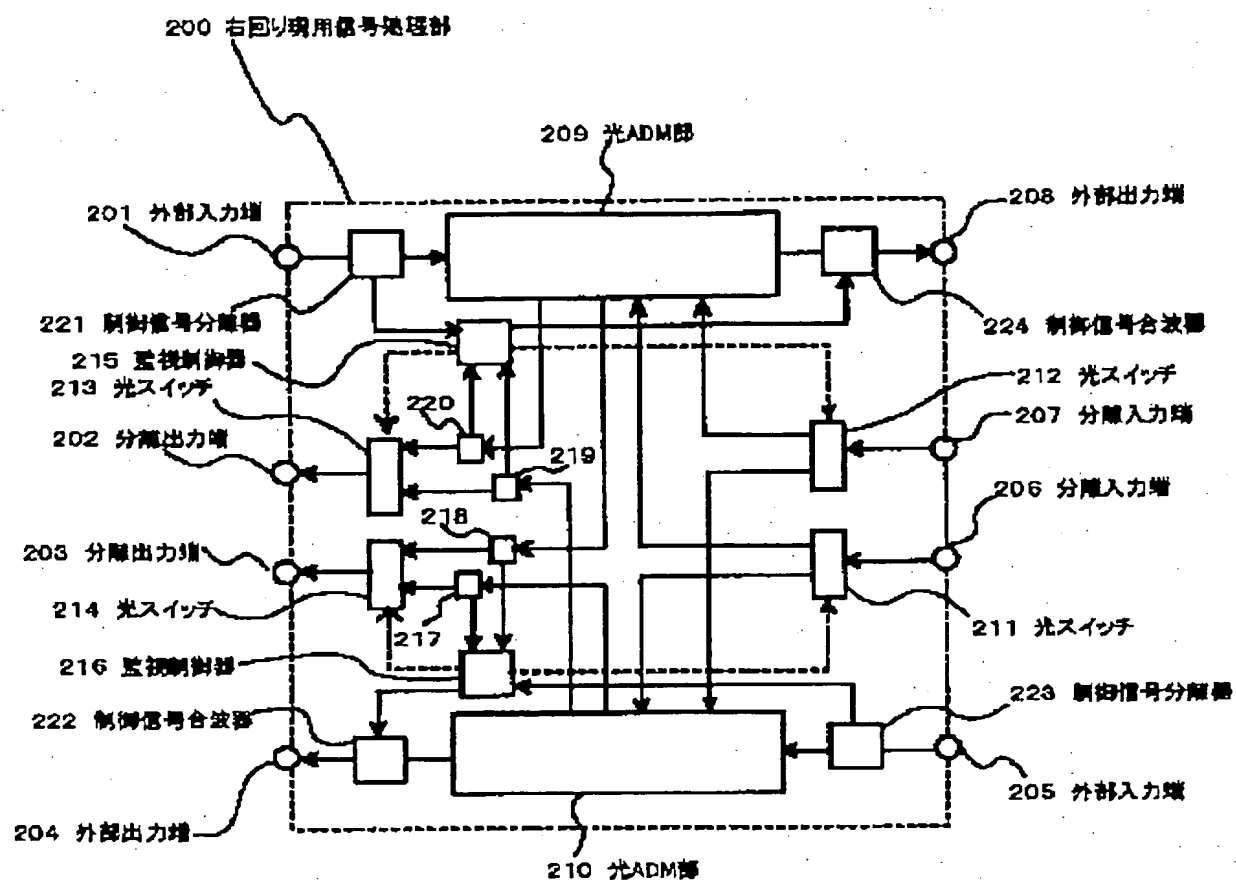
審査請求 有 請求項の数12 O L (全 17 頁)

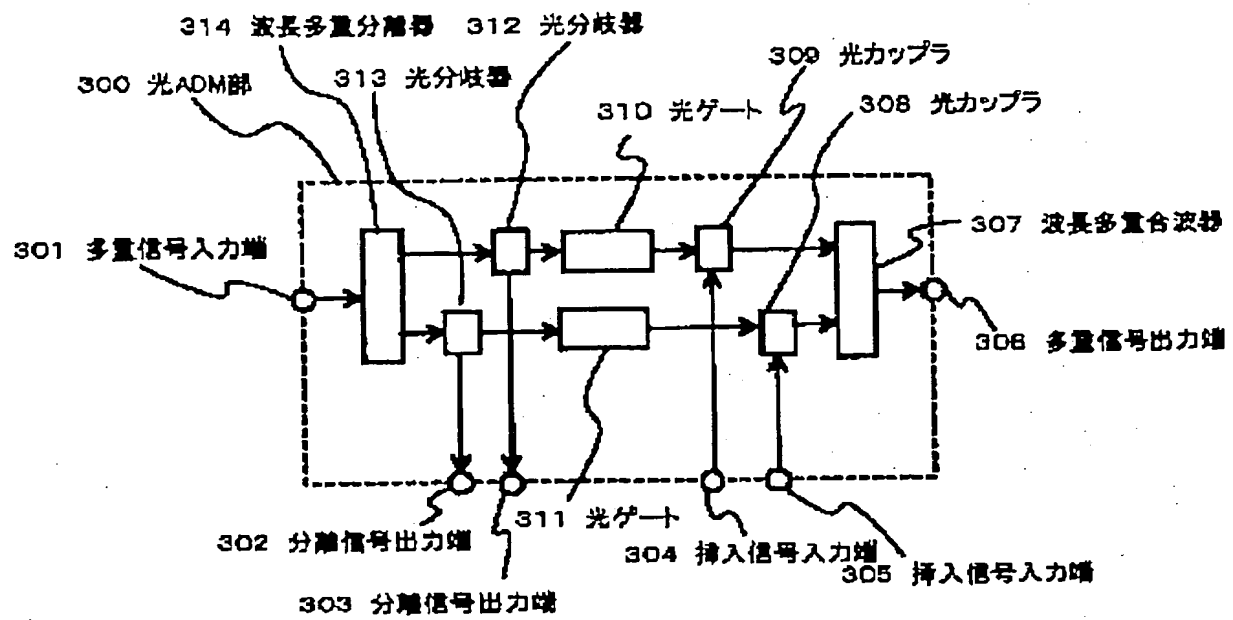
(21) 出願番号	特願平9-327359	(71) 出願人	000004237 日本電気株式会社 東京都港区芝五丁目7番1号
(22) 出願日	平成9年(1997)11月28日	(72) 発明者	白垣 達哉 東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内
		(72) 発明者	逸見 直也 東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内
		(74) 代理人	弁理士 京本 直樹 (外2名)

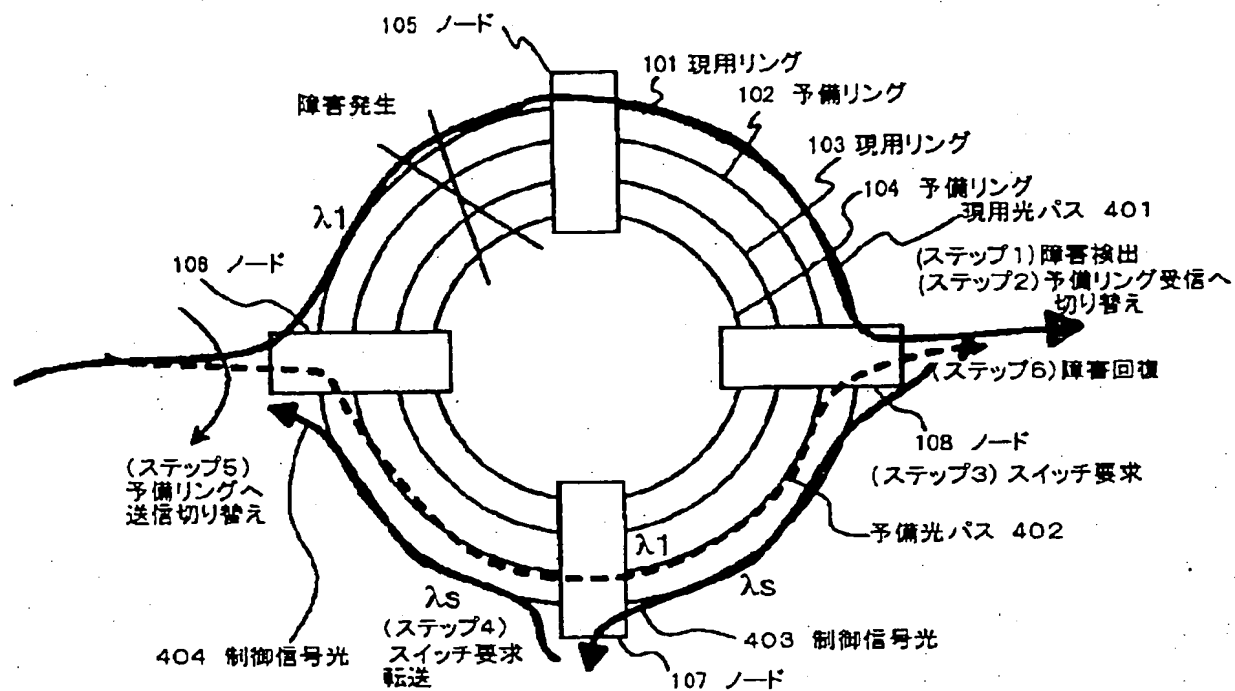
(54) 【発明の名称】 通信ネットワーク、通信ネットワーク・ノード装置、及び、障害回復方式











ノード105

ノード108

ノード107

ノード106

障害発生

(ステップ1)
障害検出

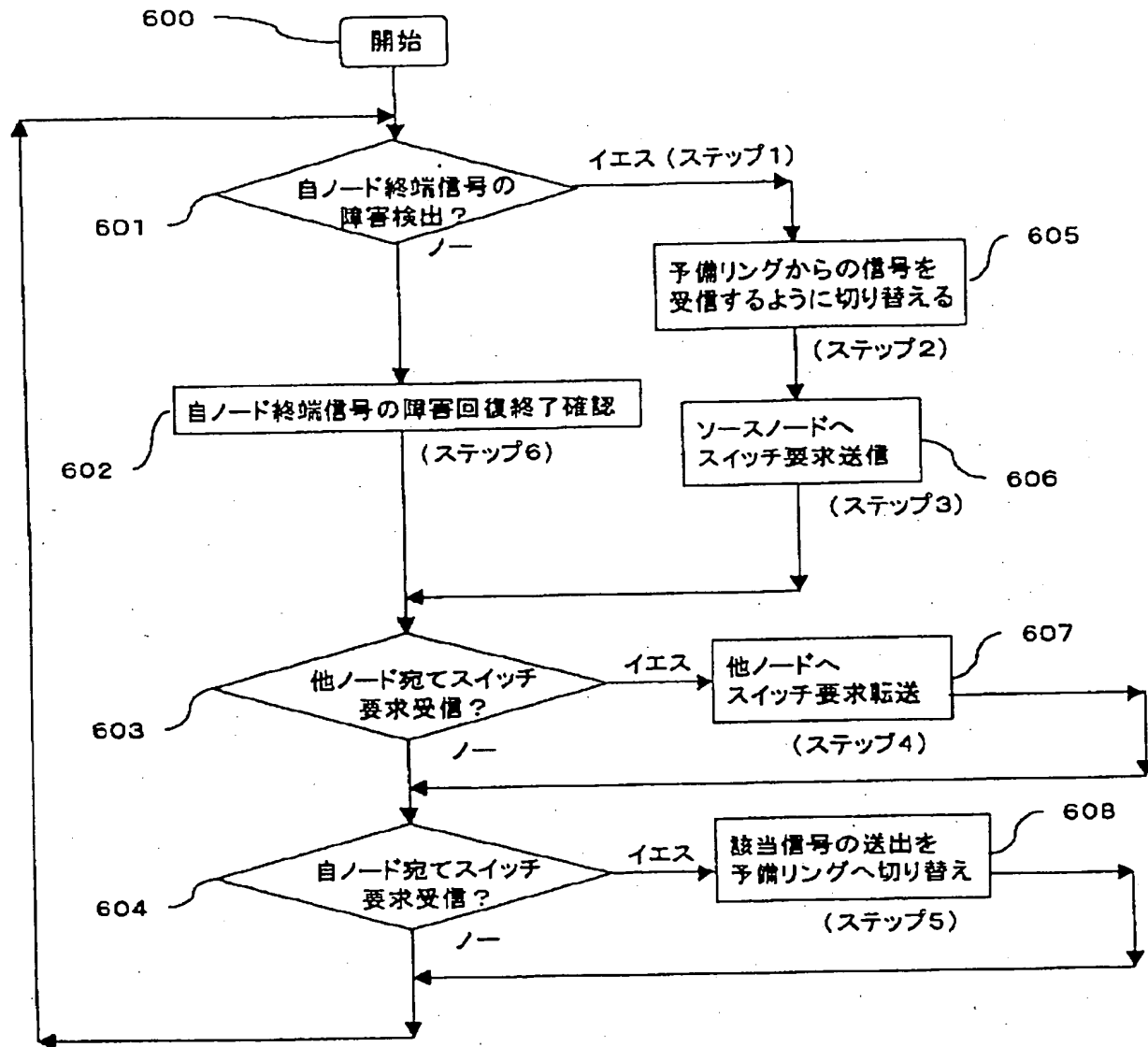
(ステップ2)
予備リングからの信号を
受信するように切り替える

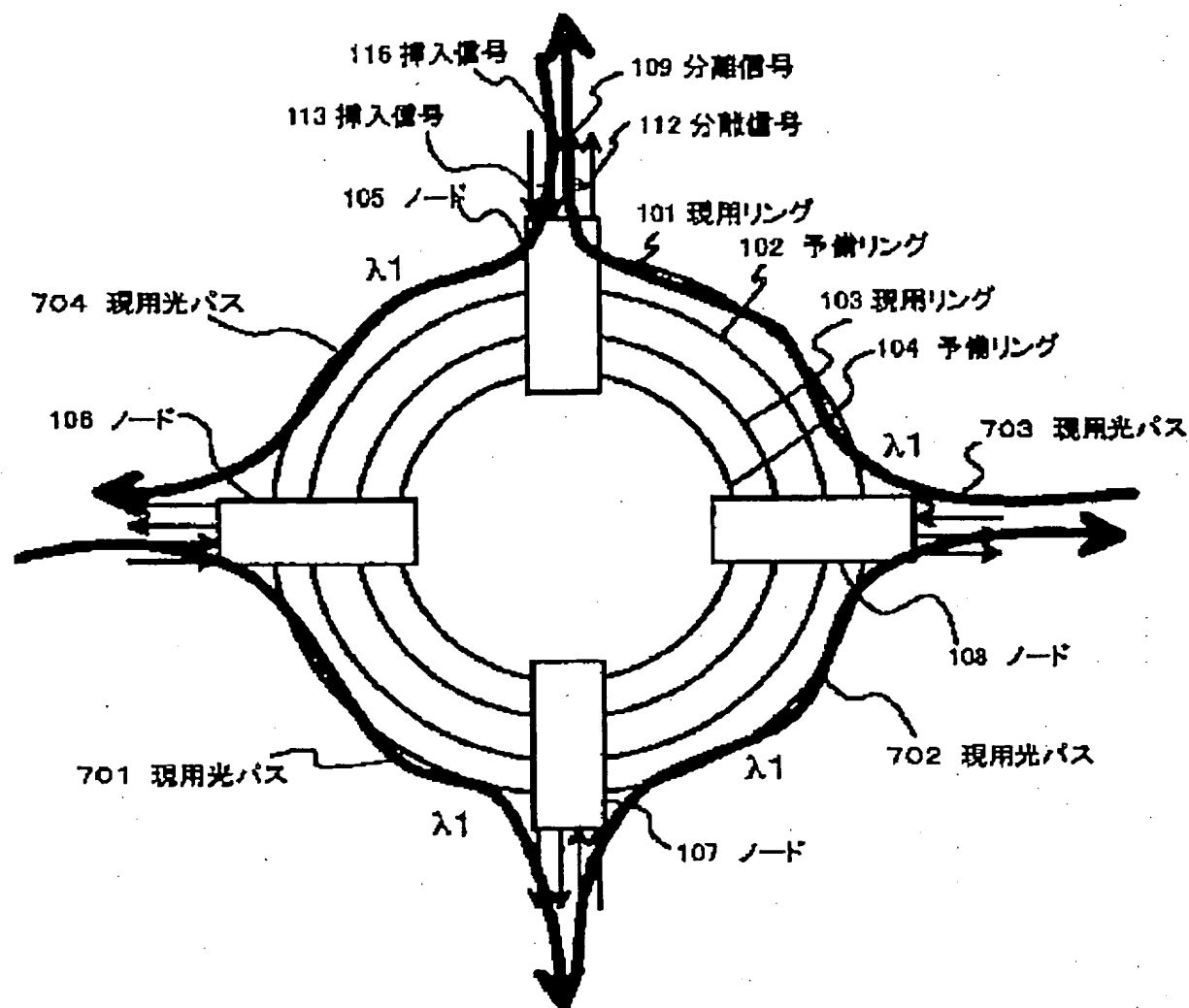
(ステップ3)
ソースノードへ
スイッチ要求

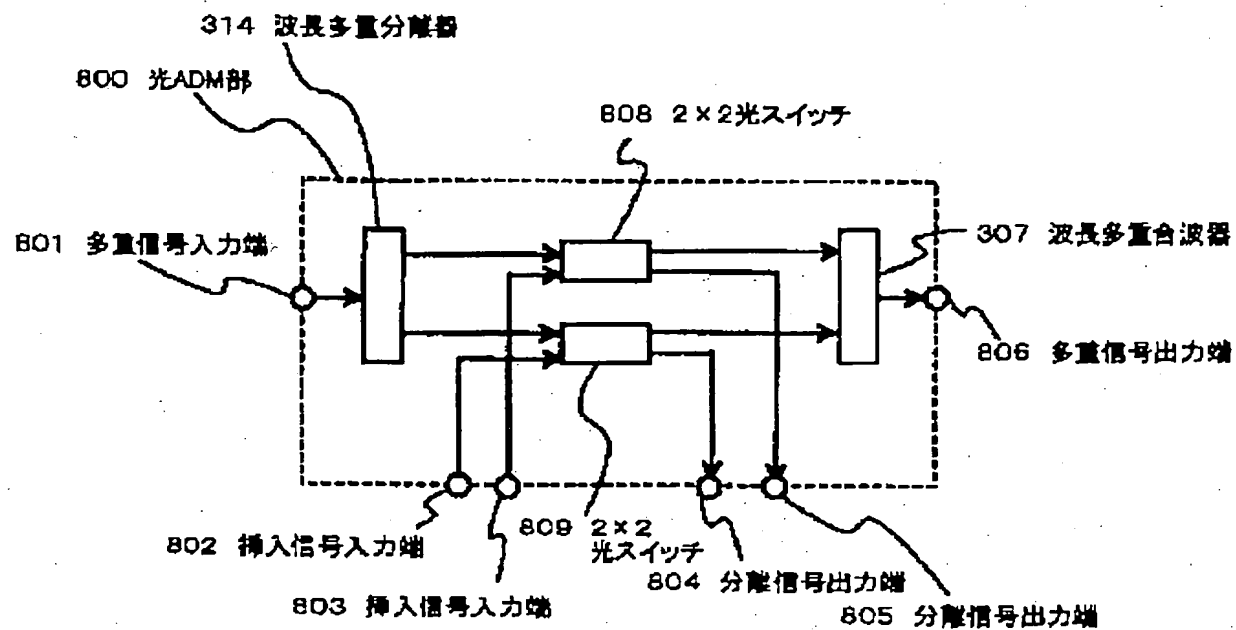
(ステップ4)
ソースノードへ
スイッチ要求転送

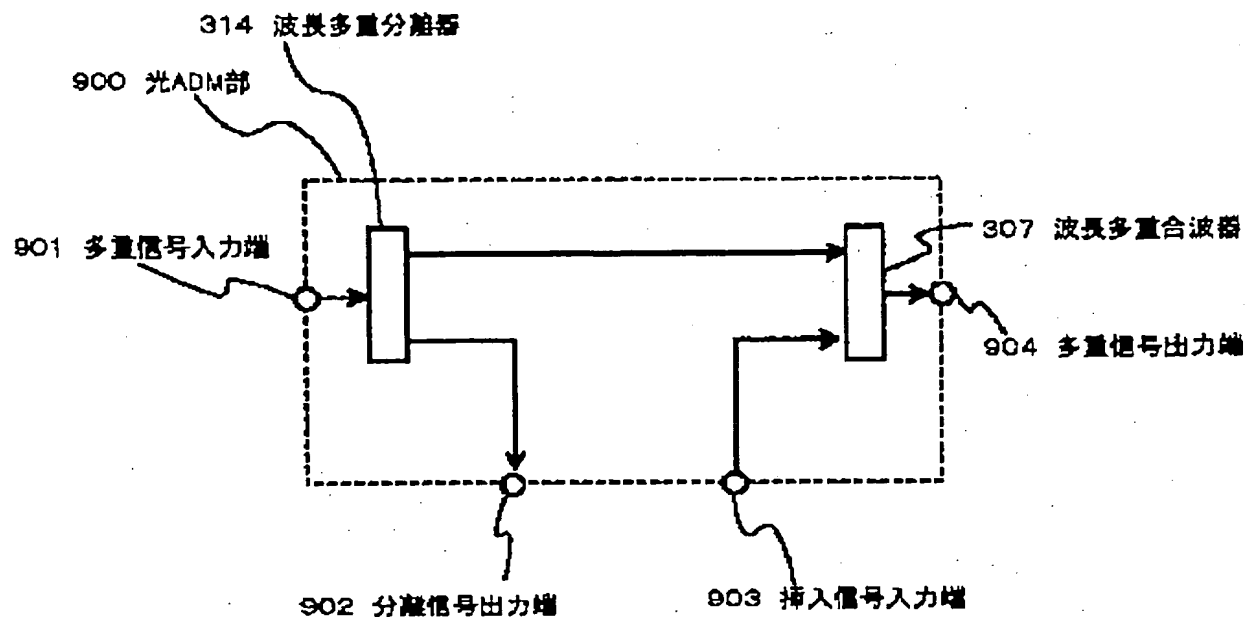
(ステップ5)
予備リングへ
切り替え

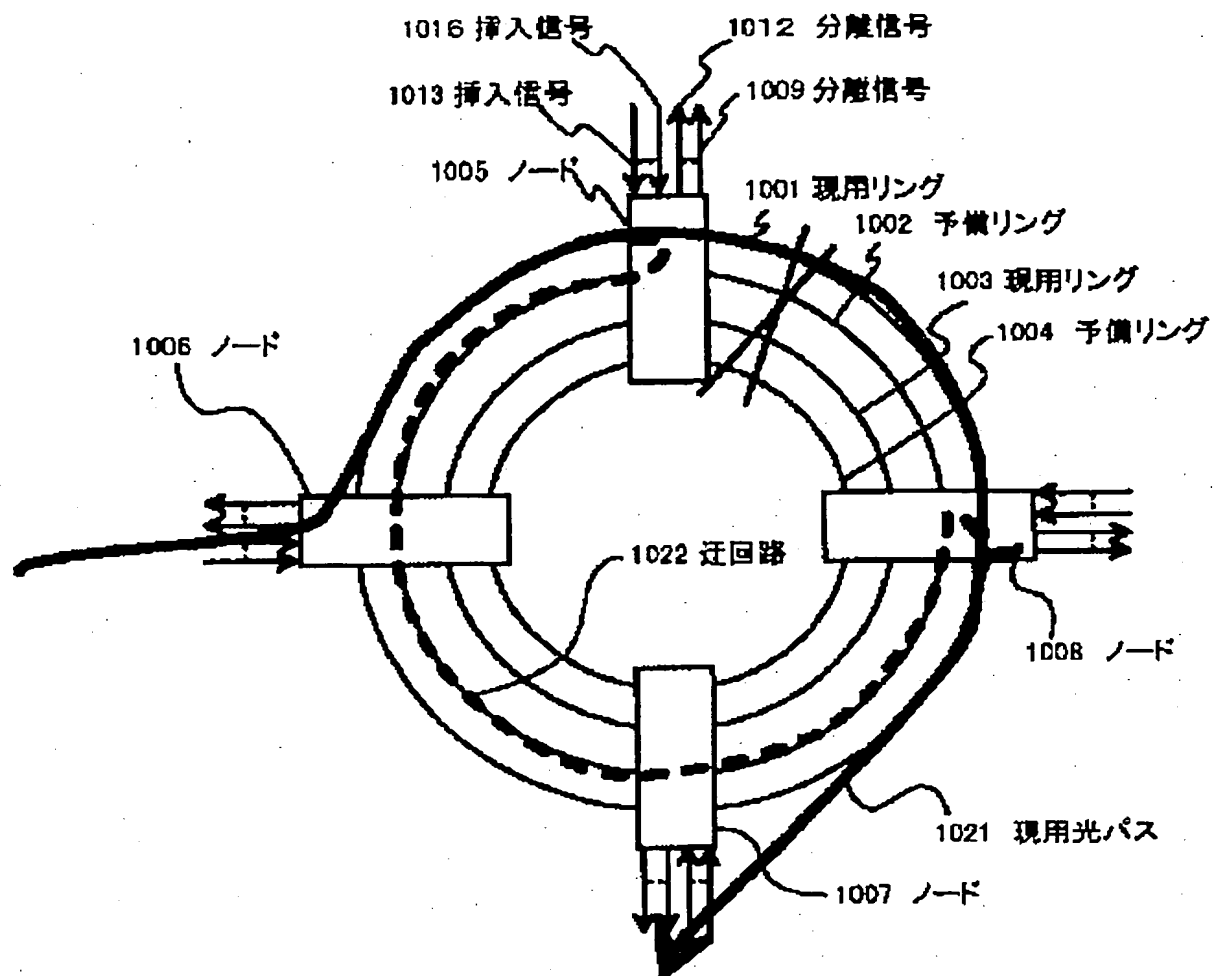
(ステップ6)
障害回復
確認

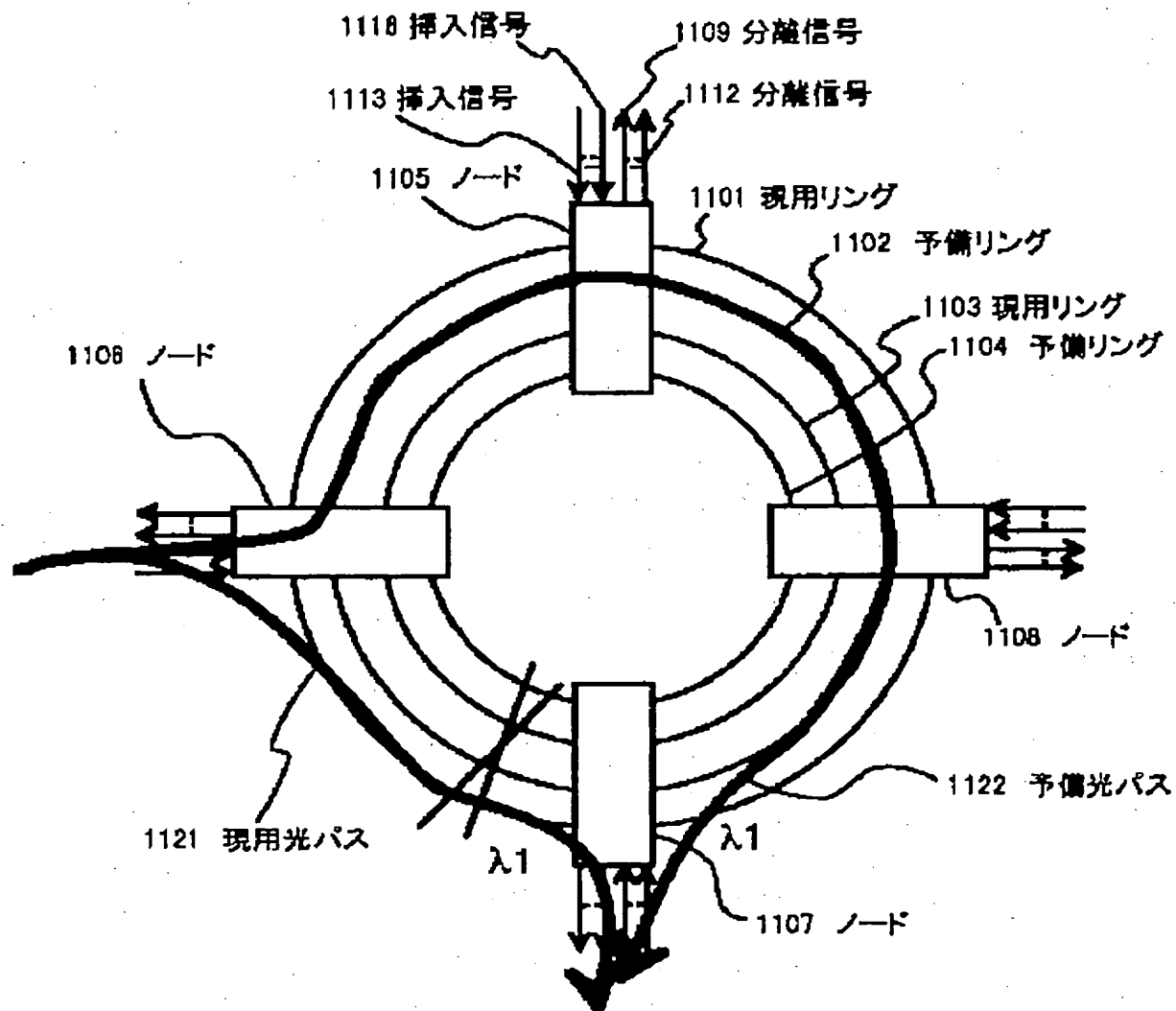












【請求項２】信号の挿入及び分離を行う複数の通信ノード
ド手段、複数の伝送路とからなり、前記複数の通信ノード
ド手段は前記複数の伝送路の接続により同一のネットワークワーク・トポロジを構成するように少なくとも第１のリング
ング、及び第２のリングを構成し、前記第１のリングで
は信号を右回り又は左回りに伝送し、前記第２のリング
では前記第１のリングと逆向き回りに信号を送送する通
信ネットワークに於いて、前記第１のリングは伝送帯域
内に前記第２のリングで伝送される現用信号群の間で共
有された予備資源帯域を持ち、前記第２のリングは伝送
帯域内に前記第１のリングで伝送される現用信号群の間
で共有された予備資源帯域を持ち、前記複数の通信ノード
ド手段内の第ｉ番目の通信ノード手段で信号を挿入し
前記第１の漏塔を経由して第ｉ番目の通信ノード手段
でTXF FR=0002 HE=250 WI=080 LX=1100 LY=0300で信号を終端する第１の通信に関し、前記第ｉ番目の通
信ノード手段が前記第１の通信の障害を検出すると前記
第１の通信の通信路を前記第２のリングの予備資源帯域
を用いて構成される通信路に迂回するように前記第ｉ番
目の通-Mノード手段要求メッセージを送出し、前記第
番目の通信ノード手段が前記要求メッセーを受け取
ると前記第１の通信の通信路を前記第２のリングの予備
資源帯域により構

開くBR>本の光伝送路中の容量を大きくする手段が取られていくBR>る。そのような網を効率的に運用するためには、通信ネットワーク・ノードに於いて光信号の波長単位で切り替わBR>え、光信号の分離、挿入を行う光AD MAdd/drop mul
tiplexers)ノードをリングトポロジを構成するように
<DP N=0004><TXF FR=0001 HE=250 WI=080 LX=0200

LY=0300>接続した光AD Mリングシステムが構築されている。光
AD Mリングシステムとして、4ファイバ双・緯・湯・BR>グ、及び、2ファイバ単方向リングが考えられている。

【0004】4ファイバリングとは、ファイバにより構成されるリングが4本あるシステムであり、2ファイバ
リングとは、ファイバにより構成されるリングが2本あるシステムである。

【0005】4ファイバリングは、従来、双方向リング
として用いていた。双方向リングとは、あるノード・ヤの
通信を考えた場合、同じ経路上を右回りの信号と左回り
の信号で互いに通信を行うリングであることを意味する
。4本のリングを、右回りの現用信号光を伝送する現
用リング、左回りの現用リング、右回りの現用リングの
ための左回りの予備リング、左回りの現用リングのた
め
の予備リングとして用いる。あるノード間全てのファイ
バに障害が発生した場合は、図0に示すように、障害
点の手前のノードで反対・関方向へ伝送する予備ファイ
バに接続替えを行う(ループバックスイッチ)ことに
より、障害回復を行うことが可能である(例えば、文献
A. F. Elrefaie, "Multiwavelength survivable r
ing network architectures" in Proc. ICC '93,
 pp. 1245-1251, 1993.

を参照)。図0に於いて
て、1005~1008は通信ノードを表す。1021
は現用リング1001を通る現用光パスであり、ノード
1006からノード1005、ノード1008を通りノード1007で終結される。今、ノード1005とノード
1008の間のファイバに障害が発生すると、障害
点に最も近いノードであるノード1005、ノード1008では折り返すように波長多重信号を多重
されたま
く予備リング1002に切り替え(ループバック切り替
え)、迂回路1022を構成し障害回復・す。結局障害
回復時は、光信号はノード1006、ノード100
5、ノード1006、ノード1007、ノード100
8、ノード1007という経路を通るので、リング1周
分より長距離の光伝送・することになる。この時、双方
向リングでは障害時に、ファイバ単位で波長多重信号光
を一括して切り替える。

【0006】2ファイバ・リングは、従来、単方向リン
グとして用いていた。単方向リングとは、例えば、通常
は全て右回りの信号によりノード間の通信を行うこと
を
意味する。単方向リングでは、障害回復方
として1+1プロテクション方式を用いる(例えば、H. Toba et
 al., "An optical FDM-based self-healing rin
g network employing arrayed waveguide grating
 filters and EDFA's with level equalizers,"
 IEEE J. on Select. Areas Commun. Vol. 14,
 no.5, pp. 800-813参照)。図1は1+1プロテク
クシオン方式を用いての障害回復を説明する図である。
101、103は現用リング、1102、1104
は予備リングを表す。図1に示すように、1+1プロ
クTX F FR=0002 HE=250 WI=080 LX=1100

LY=0300>テクシオン方式では、送信側ノード(ソースノード)で
予め予備リング1102上を右回りに光伝送される予
備光パス1122と、現用リング1101上を左回りに
光伝送される現用光パス1121との両方に送出してお
く。受信ノードでは、スイッチを切り替えることにより
右回りの信号と左回りの信号を受信することが可能
である。障害が発生した場合にどちらか障害の起こ
つて
いない方の信号を受信するように切り替えることにより
障害回復を行うことが可能である。あるノード間の
通信
で右回りの信号も左回りの信号も常に流れているので、
特に現用信号、予備信号と区別するまでもなく、右回
り、左回・間にも常に現用信号が流れているとも言える。

【0007】2ファイバ単方向リングを用いることによ
り、1+1プロテクション方式を適用することが可能
であるので、非常に高速に障害回復を行う事が可能
である。2ファイバ単方向リングで1+1プロテクシ
オン方
式を用いた場合、光伝送の面からは、ループバック
を行
くわけではないので、光伝送の距離は、リング1周より
大きくなく
ることではない。

【0008】その他、SONET(例えば、T-H Wu,
 "Fiber Network Service Survivability," Artec
 house,1992参照)のリングでは、2ファイバ単方向
リングで、障害区間を折り返す(ループバック)ように
して障害回復を行う方式もある(例えば、T-H Wu, "F
iber Network Service Survivability," Artech h
 ouse,1992)。4ファイバリングで説明したのと同様
に、ループバックを行うので、総伝送距離がリング・P周
より長くなる場合がある。

【0009】一方、4ファイバ双方向リングを用いるこ
とにより、ある程度高速に障害回復を行う(SONET
の場合、50ms程度)ことが可能である。

【0010】以上のような構成を用いることにより、高
速に障害回復を行う通信ネットワークを構成すること
可能である。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、2
ファイバ単方向リング(1+1プロテクション方式)を用い
る
ことにより、現用パスに予備パスをリング上で逆
向きのパスを1:1に対応させて準備して常にそ
の光信
号を送信しておく必要があり、使用効率が下がり高
コストとなる。

【0012】一方、4ファイバ双方向リング等障害回復
の際、ループバックを行うシステムを用いると、もし
のパスとしてリング1周に近い距離のパスを用いて
いた場合、ループバックにより2周近
の光伝送を行わなければならぬ。リング半周程度のパスを現用
パスとし
て用いていた場合でも1周半近
の光伝送を
なければならぬ。

【0013】本発明が解決しようとする課題は、パス
の
収容効率が良く、尚かつ、長いリング全長を設定す
ること
<DP N=0005><TXF FR=0001 HE=250 WI=080 LX=0200

LY=0300>とが可能な障害回復機能を有するリングシステムを構築
することであり、通信ネットワークを低コスト化す
ること
である。

【0014】

【課題を解決するための手段】第1の発明は、通信
ネットワークであって、信号の挿入及び分離を行う複
数の通
信ノード手段、複数の伝送路とからなり、前記複数の
通信ノード手段は前記複数の伝送路の接続により、
のネットワーク・トポロジを構成するように少なく
とも第
1のリング、第2のリング、第3のリング、及び第4
のリングでは現用信号を右回
り又は左回りに伝送し、前記第1のリングの現用
信号に
対する予備資源は前記第1のリングと逆向き回りに
信号
を伝送する前記第2のリングによって共有され、前記
第3のリングでは現用信号を第1のリングと逆向き
回りに
伝送し、前記第3のリングの現用信号に
対する予備資源
は前記第3のリングと逆向き回りに信号を伝送する
前記第4のリングによって共有される通信ネットワークに
於
いて、前記複数の通信ノード手段の内の第i番目の
通信ノード手段で信号を挿入し前記第1のリングを
経由して
第j番目の通信ノード手段で信号を終結する第1の通
信ノード手段に関し、前記第i番目の通信ノード手段
が前記第1の通
信ノード手段の障害を検出すると前記第1の通信路を
前記第2のリングを經由して迂回するように前記第i
番目の通
信ノード手段へ要求メッセージを送出し、

【 0 0 2 0 】 第7の発明は、請求項1または請求項2 記
載の通信ネットワークであって、前記通信ノード・間が
光通信ノード手段であり、前記伝送路が光伝送路であ
り、前記通信が光通信であることを特徴とする。

る。

【0021】第8の発明は、請求項3又は請求項4又は
請求項5記載の通信ネットワーク・ノード装置であつて、前記挿入分離多重手段が光信号の挿入分離多重手段
であることを特徴とする。

【0022】第9の発明は、請求項3又は請求項4又は
請求項5記載の通信ネットワーク・ノード装置であつて、前記挿入分離多重手段が波長の挿入分離多重を行う
手段であることを特徴とする。

【0023】第10の発明は、請求項6記載の障害回復
方式であつて、前記第1の通信ネットワーク・ノード装置
置、及び前記第2の通信ネットワークノード装置が請求
項3又は請求項4又は請求項5記載の通信ネットワーク
ノード装置であることを特徴とする。

【0024】第11の発明は、請求項6記載の障害回復
方式であつて、前記第1の通信ネットワーク・ノード装置
置及び前記第2の通信ネットワークノード装置が、請求
項8又は請求項9記載の通信ネットワークノード装置で
あることを特徴とする。

【0025】第12の発明は、請求項7記載の通信ネットワークであつて、前記光通信が波長多重光通信となる
ことを特徴とする。

【0026】以下、本発明の作用について説明する。

【0027】本発明で述べるシステムでは、障害が発生
すると、共有された予備資源を用い、光パス単位で障害
の起こった経路と逆方向の逆回路を設定して切り替
えて障害回復を行うので、ループバック切り替えを行う
必要が無く、1周以上の光伝送を行わなくて済む。又、
本発明では、パス・スイッチ方式を用いているが、予備
資源を共有するので、パスの収容効率が高くなる。これ
は、従来の1+1プロテクション・緒を用いると、予備
パスを常に動作させておかねばならないので1つの
リング1周中1波長で、最大2個(あるノード間の上り
方向、下り方向)のパスしか収容することができないの
に対し、本発明で述べるシステムは、予備資源は全ての
現用資源の間で共有されているので、1つの現用リング
中1波長で、最大隣接ノード間の数(ノード数)だけ、パス
を収容することが可能であるからである。ループバック
を行わない事と、パスの収容効率が良い事を同時に
実現するので、通信ネットワークが低コスト化される。

<DP N=0007><TXF FR=0001 HE=250 WI=080 LX=0200 LY=0300>

【0028】又、特に波長多重システムの場合、元々波
長を束ねた単位で監視することは難しく、長単位の管
理を行う必要があるので、パス単位の管理を必要とする
本発明で述べるシステムと合致し、そのまま導入出来る
の
で低コスト化される。又、特に、波長多重システム(波
長多重できる数に物理的制約があるのでパスの数は多
く
ならない)や、低速信号を何本も多重した高速信号を扱
うシステムのように、パスの数が少ないシステムに本発
明
を適用すると、管理するパスの数が少なくて済み、管
理
コストが低減され、より効果が増大する。

【0029】

【発明の実施の形態】次に、本発明の実施の形態につ
いて図を参照して説明する。

【0030】第1の実施の形態について図を用いて説明
する。図は本発明の第1の実施の形態の光波長多重
通信ネットワークのブロック構成図である。105~108は光通信ネットワーク・ノードである。これ
らのノードは、リング・トポロジを構成するようにファイバを
接続することにより4つのファイバのリングを構成して
いる。101、103は現用リング、102、104は
予備リングを表す。各ノードは、それぞれ、右回りの現
用リングの信号を処理する右回り現用信号処理部(ノード
108に於いては1-Q1)と、左回りの現用信号を処理する左
回り現用信号処理部(ノード108に於いては
2-Q2)を持つ。右回り現用信号処理部は現用リング101
の信号と左回りの予備リング102の信号(障害時)と
を扱う。左回り現用信号処理部は、左回りの現用リン
グ103の信号と右回りの予備リング104の信号
を扱う。各ノードでは、波長多重分離
した信号の分離、挿入を行う。例えば、ノード105か
ら109~112の光信号が波長多重分離されて出
力される。109、110は、現用リング101から波長多重
分離された光信号であり、111、112は現用
リング103から波長多重分離された光信号である。113、114は
現用リング101に挿入する光信号で、115、116
は現用リング103に挿入する光信号である。リング
中、データの伝送・主信号光の波長は1.5μm帯
の2波λ1、λ2を用いる。従って、例えば、113、
115にλ1、114、116にλ2の波長を割り当て
ることが可能である。主信号光の他、隣接ノード間で
制御信号をやりとりするため、1.3μm帯の制御信
号光
も主信号光と波長多重されて伝送され、分離信号と挿入
信号について、ノード105分しか
示していないが、他のノード106~108も同様の機
能構成を持つ。

【0031】図2に、ノード108を構成するブロック
である、右回り現用信号処理部200(図では12
-BR>1)を示す。201、205は外部入力端を表し、20
-BR>4、208は外部出力端を表し、それぞれ光ファイバを
接続される。現用リング101の光ファイバは、ノード
105の方から外部入力端201に接続
され、外部出力端208からノード107の方へ接続
される。又、予備リング102の光ファイバは、ノード
107の方から外部入力端205に接続され、外部出力端
204からノード109の方へ接続される。221、
223は制御信号分離器で外部入力端から入力された光
信号を分離し、1.5μm帯の波長多重された主信号光
を光ADM部209、210にそれぞれ送出し、1.3μm帯
の制御信号光(λs)を監視制御装置215、21
-BR>6に入力させる。制御信号分離器221、223として
は、1.3μm帯の波長と1.5μm帯の波長を分離す
るWDマッパを用いることが可能である。B202、
203は波長多重分離された光信号(λ1、又はλ2)
を出力する分離出力端であり、206、207は1波の
光信号(λ1、又はλ2)を入力する分離入力端であ
り、それぞれ、SONET終端装置、ATMスイッチ
等、他のネットワーク機器が接続される。209、210
は光ADM部
である。光ADM部209は、外部入力端201から入
力された波長多重光を波長多重分離して218、220
の方へ出力、もしくは多重して外部出力端208の方へ
出力する。光ADM部210は、外部入力端205から入
力された波長多重光を波長多重分離して217、21
-BR>9の方へ出力、もしくは多重して外部出力端204の方へ
出力する。217~220は光分岐器であり、光ADM部
から波長多重分離されて出力された光信号の一部を
タップ(例えば10%の光パワー)して、監視制御器
215、216に接続し、残りの大部分の光信号(例
え
ば90%の光パワー)を光スイッチ213や光スイッチ
214の方へ出力する。

【0032】211~214は2×1光スイッチであ
り、機械式光スイッチを用いることが可能である。
Xスイッチ213、214には光ADM部209、210か
ら波長多重分離された出力が光ファイバを用いて接
続され、外部入力端201に入力される光信号を波長
多重分離したものの、又は、外部入力端205に入力
される光信号を波長多重分離したもののいずれかを選
択してそれ
ぞれ分離出力端202、203に出力する。同様に、光
スイッチ212、211はそれぞれ、1波長の光信号
を入力され、Xスイッチ212、211を切り替える
ことによりそれぞれ、光ADM部209、210で波長
多重

て外部出力端 08、又は204の内のいずれの方
へ出力するか選択することができる。

【0033】215、216は監視制御器であり、タック
した光信号の監視を行い、光スイッチ211~214
に切り替え制御信号を送出する。監視制御器215、216では、監視制御部の入力端に光受信器を配置することにより入力された光信号のビット誤り率を監視して光
<DP N=0008><TXF FR=0001 HE=250 WI=080 LX=0200 LY=0300>信号の伝送品質を監視する(光信号としてSONETフ
レームを用い、そのB1バイトを監視することによりビット誤り率の監視を行うことが可能;例えば、T-H Wu,
 "Fiber Network Service Survivability," Artec
house, 1992)。ノード108では、右回り現用信
号処理部に於いて通常は、外部入力端01からの現用
リン0101を伝送されて来る光信号の誤り率を監視し
て、光信号が正常に伝送されているかを管理する。監視
制御部は、光スイッチ211~214に接続されてお
り、監視制御部の情報により光スイッチ211~214

を切り替えることが可能である。

【0034】外部出力端04、208の前後にはそれ
ぞれ制御信号合波器222、224が接続され
ており、
監視制御器215、216から送出される他ノードへの
制御信号光(1.3μm帯)と主信号光(1.5μm
帯)とを波長多重する。制御信号合波器としては、制御
信号分離器221、223と同様WDMカップラを用
く
ことが可能である。制御信号分離器221、22
3、制御信号合波器222、224を用いて制御信号
光
の主信号光への重畳、分離を行うことにより、他ノード
との制御信号のやり取りが可能である。

【0035】監視制御部には他ノードからの制御信号
光
も入力されるので、他ノードからの制御情報に基づ
く
り
り替え、及び、自ノードの光信号の監視結果に基づ
く切
り替えの両方が可能である。

【0036】左回り現用信号処理部図2の200と同
様の構成を用いることが可能である。同様
に右回り現用信号処理部、左回り現用信号処理部と現
用リング10
3、予備リング104に接続することが可能
である。ノード108以外の他ノードを構成しリン
グの光ファイバと接続することが可能である。

【0037】図3に、図2中で用いられる光ADM部2

09、210のブロックを表す。300は光ADM部を

表す。301は波長多重された信号光を入力する多重信
号入力端であり、306は、波長多重された光信号を
出
力する多重信号出力端である。302、303は多重信
号入力端301に入力された光信号を波長多重分離し
て
出力する分離信号出力端である。304、305は挿入
信号入力端であり、1波の光信号を入力する。314は
波長多重分離器、307は波長多重合波器で、AWG

(Arrayed waveguide grating
)例えば、K.Okamoto et al., "Fabrication of
unequal channel spacing arrayed-waveguidedemul
tiplexer modules," Electron. Lett., 1995, vo

131, no.17, pp.1464-1465. 参照)を用いることが
可能である。310、311は光ゲートスイッチで
あ
り、機械式光スイッチや、半導体光アンプを用いたゲ
ートスイッチを用いることが可能である。312、313

は入力された光のパワーを2分岐して一方をそれぞれ分
岐出力端302、303へ出力し、他方をそれぞれ光ゲ

ート
<TXF FR=0002 HE=250 WI=080 LX=1100 LY=0300>ノード10、311の方へ出力する光分岐器である。3

08、309は光カップラであり、挿入信号入力端30

4、挿入信号305からの信号光と光ゲート310、3

11からの出力をそれぞれ結合したものを出力する。3

07は、光カップラ308、309からの出力を合波し

て波長多重光を出力する。光ゲート310、光ゲート3

11をオン状態にしたり、オフ状態にすることにより

波長多重合波器307に入力させる信号を光分岐器の出

力からのものにするか、挿入信号入力端からのもの

にするかを選択することが可能である。尚、図3の構成では、

光分岐器312、313により分岐しているため、分岐

信号の出力端には常に光信号が出力される。

【0038】次に、図2のノード構成、図1のネット

ワーク

を用いた時の障害回復動作の説明を図4、図5を用

いて行う。

【0039】図4は、図1のネットワークで主信号、障

害発生後の制御信号及び各ノードでの動作ステップを

表す。以下ここでは、あるノードで電気信号が光信

号に変

換されて他ノードへ送出されてから、それが再び電

気信号に変換されるまでを光バスと定義する。光バス

には1

つの波長が対応する。401は現用主信号光を転送す

る

現用光バスであり、ノード106(ソースノード)からノ

ード105を介してノード108で終

端され、λ1の波長を用い、通常は、予備リング

は使用されておらず、障害の発生した時のみ予備

リング

に光バスが設定され、使用される。予備リングでは全

て

ノードに於いて、他ノードから到着した光信号は全

て

そのまま通過させる状態に予め設定しておく。これは、

予備リング中で図3の光ゲート310、311をオン状

態に設定しておくことにより実現できる。今、ノード

106とノード105の間の光ファイバ全てに破壊障

害が

発生した時の障害回復動作について説明する。光ファイ

バの破壊障害なので、光バス401は終端ノード108

に到着しなくなり、まず、ノード108の左回り現用

信

号処理部にある監視制御器215はビット誤り率の

劣化を検出し、光バス401の障害を認識する(ステ

ップ1)。

【0040】監視制御器が現用光バスの障害を検出す

る

ことによりノード108では光スイッチ213を切り替

え予備リング102(外部入力端05)からの光信号を

選択し

て出力し(ステップ2)、ソースノード10宛てに切

り替え要求メッセージを制御信号光(λ

S

S

S

S)を用いて障

害の起こっていない方向に送出する(ステップ3)よ

う

に、監視制御器を予め設定しておく。制御信号光

には、

情報として、宛先ノード、光バス名、及び制

御内容をの

せることが可能である。例えば、SONETのセクシ

ョンオ

バ

ッドのようにフレームングされたビットの位置と

情報を割り当てることにより実現可能である。例

え

ば、フレームングされたビット列の最初の8ビットを宛

先ノード名に割り当て、次の8ビットを光バスの識

別子

<DP N=0009><TXF FR=0001 HE=250 WI=080 LX=0200 LY=0300>に割り

当て、次の1ビットを切り替え要求する

か

しない

かに割り当てる。この計17ビットのビット列

は、波長数

だけ連結したフレーム構成を用いると、波長数分の

光

バ

スの切り替え要求メッセージを一括して送信でき

る。この場合、あるノード間光ファイバが破壊し

てしま

うという一重障害に対応できるメッ

ッセージ量を送ること

ができる。

【0041】以上のような設定した制御システムを用

い

ると、(ステップ1)でノード108が障害を認識する

こと

により、ノード108では予備リング102からの信

号(現

用光バスと同一の波長: λ1)を選択するよう

に光ス

イ

ッ

チ213は切り替えられ(ステップ2)、ソースノード

宛てに現用光バスの識別子と切り替え要求のメッ

セ

ージ(λ

S

S

S

S)を送出する(ステップ3)。

【0042】ノード107では、制御信号光を受信する

こと

により、自ノード宛てのメッセージではないので、そ

のま

ま

ノード106へ転送する(ステップ4)。制御信号光が

ノード106に到着すると、それが自ノード宛のメッ

セ

ージであるので、ノード106で図3の光ス

イ

ッ

チ21

2に相当する光スイッチを切り替

えて現用

リング101

に送出していた現用光バス401の光信号(λ1)を

予

備

リング102に送出する(ステップ5)。ノード10

7は予備

リング102のλ1の波長の光を受信する設定

に

な

っておらず、

LY=0300)【0 0 5 2】又、SONETシステムでは、パスを束ね(BR)た信号を監視するライン(隣接ノード間のパスが多重さく(BR)れた信号の単位)という単位で監視すれば、パスの信号(BR)の品質(例えば誤り率)までを行うことが可能であつ(BR)た。ところが、波長多重システムでは、元々ノード間毎(BR)で必ず波長の管理を行う必要があり、光パスを束ねたも(BR)のみの管理のみで管理系を運用するのは困難である。(BR)従つて、本発明構成、註を光パス単位で障害回復を行(BR)う場合の管理、監視系を流用することができるので、より(BR)り効果がある。

【0053】又、現在のSONETシステムでは50 MBR/sをパスの単位として扱っているが、これらを、 50 Mb/s の信号が束ねられ、 5 Gb/s 単位)での切り替えを取り扱うようにBRと管理するパスの本数が減り、より本方式の適用のBR効果が増す。光の場合でも、物理的な制約により波長多BR重数にある程度限界があるので、パスの本数が非常に多BRくなることはなく、より効果がある。

【0054】又、第1の実施の形態を用いることにより、BRり、障害が発生しても光パスの終端ノードとソースノードのみがその光パスの障害回復のためにスイッチの切りBR替えを行えば良く、光パスの途中のノードは、終端ノードからソースノードへ宛てて発生された切り替え要求BRメッセージを転送すれば良いだけであるので、制御が簡単BRであり、障害回復速度が高速になるという効果がある。

【0055】次に、第2の実施の形態について説明するBR。第1の実施の形態では4ファイバリングの構成、方BR法について説明したが、第2の実施の形態では、2ファイバリングの場合について説明する。2ファイバリングBRでは右回りのリングと左回りのリングが存在する。 $\lambda 1$ BR $\sim \lambda 4$ の4波が波長多重されていると、両リング中BRで、 $\lambda 1$ 、 $\lambda 2$ を現用光パスの波長、 $\lambda 3$ 、 $\lambda 4$ を予備BR光パスの波長に割り当てる。右・左リング中の $\lambda 1$ 、 $\lambda 2$ を用いて構成された現用光パスに対応する予備資源BRを左回りのリングの $\lambda 3$ 、 $\lambda 4$ に割り当てることが可能BRであり、左回りのリング中の $\lambda 1$ 、 $\lambda 2$ を用いて構成された現用光パスに対応する予備資源を右回りのリングのBR $\lambda 3$ 、 $\lambda 4$ に割り当てることが可能である。従って、2BRファイバリングでも4ファイバリングと同様に考えるBRとが可能である。右回りのリングの $\lambda 1$ 、 $\lambda 2$ の資源をBRの予備リング101に対応させ、左回りのリングのBR $\lambda 3$ 、 $\lambda 4$ をBRの予備リング102に対応させ、左回りのBRリング $\lambda 1$ 、 $\lambda 2$ をBRの現用リング103に対応させ、右回りのリングのBR $\lambda 3$ 、 $\lambda 4$ をBRの予備リングノードBRに割り当てる。論理的には第1の実施の形態で説明した4BRファイバリングと同様の動作が可能であることがわかるBR。ノード構成は現用光パスに $\lambda 1$ 、 $\lambda 2$ を用いておくBRり、予備光パスに $\lambda 3$ 、 $\lambda 4$ を用いているので、BRのBRファイバのノード構成に比べて、例えば光スイッチ2BR12の出力端と光ADM209の間に、入力された光BR $\langle \text{DP N=0011} \rangle \langle \text{TXF FR=0001 HE=250 WI=080 LX=0200} \rangle$ の出力端と光ADM210の間に、入力された光BR光信号を $\lambda 3$ に変換する波長変換器を挿入し、光スイッチBR212の出力端と光ADM209の間に、入力された光BR光信号を $\lambda 2$ に変換する波長変換器を挿入し、光スイッチBR211の出力端と光ADM210の間に、入力された光BR光信号を $\lambda 4$ に変換する波長変換器を挿入する必要BRがある。波長変換器としては、光信号をフォトダイオードBRを用いて一旦電気信号に変換してから、その電気信号BRを用いて所望の波長のレーザ光に変調をかけて別の波長BRに変換する方法を用いることが可能である。

【0056】第2の実施の形態を用いることにより、第BR1の実施の形態での効果と同様の効果がある。第1のBR施の形態と異なる部分としては、用いるファイバ数(リBRング数)が半分なので、光ファイバ敷設費がコストの中BRで大部分を占める場合や、どうしても2ファイバリングBRしか構成できない場合に特に効果が大きく、
【0057】第2の実施の形態では、固定波長出力の波長BR長変換器をBRのノード構成に挿入したが、可変波長出力の波長変換器を適用しても本発明が適用可能なことはBR自明である。その場合、予備光パスの割り当て方を柔軟BRに変更できるので多重障害に対応する場合に、固定波長BR変換器を用いた場合よりも効果がある。

【0058】第2の実施の形態では、波長変換器としてBR光信号を電気信号に変換してから再び光信号に変換するBR方式を用いたが、光のままの波長変換器(例えば、半導BR体光アンプの相互利得変調の効果や、相互位相変調の効BR果を用いた波長変換器)を用いても本発明が実施可能でBRあることは自明である。

【0059】次に本発明適用方式として第3の実施の形BR態について説明する。第3の実施の形態は、第2の実施の形態と同様に、2ファイバリングの場合であり、第1BRのリングと第2のリングは逆向き回りに光信号を伝送するBR。第1のリングの現用信号を伝送する波長として $\lambda 1$ 、 $\lambda 2$ を用い、その予備資源として、第2のリングのBR波長 $\lambda 1$ の現用光パスに対して第2のリングの波長 $\lambda 2$ を用い、第1のリングの波長 $\lambda 2$ の現用光パスに対して第2のBRのリングの $\lambda 2$ を用いる。第2のリングの現用信号を伝送する波長として $\lambda 3$ 、 $\lambda 4$ を用い、その予備資源として、第2のリングの波長 $\lambda 3$ の現用光パスに対して第1BRのリングの $\lambda 3$ 、第2のリングの波長 $\lambda 4$ の現用光パスBRに対して第1のリングの $\lambda 4$ を用いる。このように2BRファイバリングに現用、予備用の波長として、互いに逆BR回りに伝送するリングに同じ波長を割り当てると、第2のBR施の形態で用いていた波長変換器を用いる必要が無くBRなる。第2の実施の形態では、あるソースノードに於BRいて現用光パスに波長 $\lambda 1$ を用い予備光パスに波長 $\lambda 3$ BRを用いていたので波長変換器が必要であったが、第3のBR施の形態を用いると現用光パスに用いる波長と予備光BR $\langle \text{TXF FR=0002 HE=250 WI=080 LX=1100} \rangle$ の波長が同一であるため波長変換の必要が無くBRいからである。

【0060】第3の実施の形態を用いると、波長変換器BRが不要になるという以外には、第2の実施の形態で述べBRした効果と同様の効果がある。

【0061】本発明の実施の形態では、ファイバ障害のBR場合について説明したが、ノード障害等の障害のBRりに対して、同様の方法で障害回復可能であることは自BR明である。

【0062】本発明の実施の形態では、光パスの監視とBRしてビット誤り率を監視する方法を用いたが、光パワーBRを監視する方法を用いて監視することも可能である。フBRオトダイオードを入力端に設置し、そのフォトカレントBRを監視することにより実現可能である。その他、光のSBR/N(信号対雑音比)を監視することを適用することがBR可能である。ASE(自然放光雑音)と信号光の比をBR求めることにより光のS/Nを求めることが可能であBRる。

【0063】本発明の実施の形態では、図5に示すようBRなシーケンスを用いたが、例えば、ステップ2とステップBR3の順序が入れ替わっても本発明は支障無く実施可能BRである。

【0064】本発明の実施の形態では、各ノードの制御BRとして図6に示すようなフローチャートを用いたが、必BRずしもこれと同一のものを用いる必要がないのは明らかBRである。例えば、分岐603とそれに付随する手続き607とをひとまとめにしたものと、分岐604とそれにBR付随する手続き608とをひとまとめにしたものの順番BRを逆にしても(分岐手続き602の後に、先に分岐60BR4を接続する方式)本発明は支障無く実施できることはBR明らかである。

【0065】本発明の実施の形態では、波長多重システBRムに於いて光パスを用いるリングについて説明したが、A
SONET、SDH等のパスが時間多重されているシステ
ムにも本発明が適用可能であることは自明で
る。但BRし、ループバックスイッチを行わないことにより光信号のBR伝送距離が少なくて済むので、リング長
・短BRく取ることも可能であるため、光のままノードを光信号が通BR過する光ネットワークに於いて本発明を適用する方が有効性BRが増大する(SONETリングでは、各ノード毎に光信BR号を電気信号に変換して信号の再生を行う)。又、光のBRパスは2.5 Gb/sの光信
号であろうと10 Gb/sの光信
号であろうと、一本の光パスであるので、2.5 BR Gb/sの光パスと10 Gb/sの光パスが混在したシ
ステムに於いても、第1の実施の形態と同様のノードBR構成、障害回復方法を用いることが可能であり、柔軟BR性が高い。

【0066】本発明の実施の形態では、波長多重システBRムに於いて光パスを用いる方式について説明したが、
T MのVP(Virtual Path)やVC(Vi
DP N=0012)TXF FR=0001 HE=250 WI=080 LX=0200

LY=0300>rtual

Channel)に対しても、リングネットワークであれば、本発明が適用可能であることは自明である。

【0067】本発明の実施の形態では、光ADM部の構成として図3のような構成を用いたが、図3の構成、図4の構成を用いることが可能である。

【0068】図3は、図3で示される構成の他の実施例をを表すものであり、構成波長多重分離器314と波長多重合波器307の間に2×2の光スイッチを挿入し、挿入した光スイッチの入出力端を、分離信号出力端へ切り替え、監視に用いることができる。図3の構成では、常に分離信号出力端に光信号が出力されていたが、この構成は2×2光スイッチとして分配選択型(マルチキャスト型)を用いていない場合は、2×2光スイッチをクロス状態にした時のみ分離信号出力端に出力される。

【0069】図3は、図3で示される構成の他の実施例をを表すものであり、波長多重分離器の出力の内一部を、波長多重合波器に直結し、又、他の一部を分離信号出力端へ直結するものである。これらは、分離や再結合の動作を切り替えることはできないが、図2の光ADM部に適用することにより本発明の障害回復動作を行うことが可能である。

【0070】その他の構成や、これらの組み合わせの構成を用いても、多重信号が入力され、それを多重分離したものを一部を出力し、一部を多重器に投入し、又、多く重器に挿入信号を入力させることができる構成であって、本発明が適用可能なことは自明である。

【0071】本発明の実施の形態では、主信号系に1.3μm帯の波長の光信号、制御信号系に1.3μm帯の波長の光信号を用いたが、主信号系と制御信号系が分離できるものであれば、これらの波長を用いるに限定されなくてもよいことは自明である。

【0072】本発明の実施の形態では、他ノードへの制御信号の転送する方式としてフレーム構成を用い、最長の8ビットに宛先ノード名、次の8ビットに光パスの識別子、次の1ビットに切り替え要求の有無を割り当て、これと同一でなくとも、パスの障害回復の要求がノードに伝われば、どのようなビット割り当て方でもよい。又、ビットに情報を割り当てる必要も無く、メッセージ指向通信を用いることも可能である。パケット通信やフレームリレー、ATMを用いた通信を用いることも可能である。

【0073】本発明の実施の形態では、制御信号の転送手段として、主信号と異なる波長の光信号を用いたが、主信号と別の波長を用いる必要は無く、制御情報を転送できる媒体であれば何でも適用できることは自明である。例えば、無線信号や、サブキャリアを光信号に重畳して伝送する系を用いて制御情報をノード間でやり取りしたり、電話回線を用いて制御信号のやり取りを行って本発明が適用できることは明らかである。

<TXF FR=0002 HE=250 WI=080 LX=1100

LY=0300>【0074】本発明の実施の形態では、障害回復動作開始のきっかけとして、自ノード終端信号の障害検出による障害発生を、他ノードや他のネットワーク機器から障害通知によって障害回復動作を開始しても、本発明が適用可能であることは明らかである。例えば、光パス(波長:λ1)を終端するモードの前段のノードで、λ1の波長の光パスの異常を検出してそれを終端ノードに通知することによって障害回復動作を起こす方式は、本発明が適用可能である。本発明は障害発生を通知することによって障害回復動作を起こす方式は、本発明が適用可能である。

【0075】本発明構成では、障害の起こっていない場合、予備リングは全ての光信号を通過させる状態に設定されているが、この設定を終端ノードからのスイッチ要求メッセージの到着時に行うことによって本発明が適用可能であることは自明である。但し、この方法を用いると、スイッチ要求メッセージが到着したから光ゲートの切り替えを行うので、障害回復時間が遅くなる場合もある。

【0076】本発明の実施の形態では、ノード間の通信量が上り方向と下り方向で対称な場合について説明したが、ノード間の通信量が上り方向と下り方向で非対称な場合(例えば、下り方向の通信のみしかないシステム)でも本発明が適用できることは自明である。

【0077】本発明の実施の形態では、1つのリングシステムで1つの障害回復方式を用いる方式について説明したが、本発明構成、方法と従来の1+1プロテクション方式等他の方式を組み合わせても実現可能である。例えば、波長毎に、λ1、λ2は1+1方式による障害回復方式、λ3、λ4を本発明による障害回復に用いることもできる。又、必ずしも現用光パスの伝送の向きと逆方向に迂回する必要がある。例えば、Aノード間で現用リングにのみ障害が発生して予備リングは無事である場合は、予備リング上で最短経路に迂回路を割り当てることと。その場合、スイッチ要求メッセージは、右回り、左回り両方向に送ることになる。

【0078】本発明の実施の形態では、光スイッチ21として機械式光スイッチを用いたが、クロスネットワークやロス等の性能を満たす光スイッチであれば、電気光学効果を用いた光スイッチや、熱光学効果を用いた光スイッチや、半導体光アンプを用いた光ゲートスイッチによっても本発明は実施可能である。

【0079】本発明の実施の形態では、光スイッチ21としてスイッチ中のある経路を導通させると他の経路には信号が分配されない光スイッチを用いたが、例えば光カップラの分岐側に半導体ゲートスイッチを接続した構成の分配選択型のスイッチ(マルチキャスト可能なスイッチ)を用いても、マルチキャスト機能をゲートにより遮断すれば、本発明が適用できることは自明である。

【0080】本発明の実施の形態では、光スイッチ21として2×1の光スイッチを用いたが、2×2の光スイッチと異なるサイズ、構成のスイッチでも本発明が適用可能である。例えば、光スイッチ21として2×2の光スイッチを適用して分離入力端207が接続されない光スイッチの入力端に、予備のネットワーク機器を接続することが可能である。その他、光スイッチ213と光スイッチ214を分配選択型2×2のスイッチを用い、光スイッチの出(入)力端の一方を分離出力端202に接続し、他方を光信号監視装置に接続して光信号を監視するようにしても本発明が適用可能であることは明らかである。

【0081】送信側を切り替える1×2光スイッチ21として用いる分配選択型の光スイッチと、受信中の光信号は、カップラの分岐部に光ゲートスイッチ(光を透過しないかを切り替えるスイッチ)を接続する構成によっても実現可能である。その他、光ゲートスイッチの一方の出力端には光ゲートスイッチが接続され、他方の出力端には光ゲートスイッチが接続されない構成を用いることも可能である。予備リングには、光ゲートスイッチが接続されている方の光スイッチ出力端に接続し、現用リングには、光ゲートスイッチが接続されていない方の光スイッチ出力端に接続すればよい。通常は、予備リングに光信号を流さない必要があるため、光ゲートスイッチを接続し、On/Offする必要があるが、現用リングに光信号が流れなくても、終端ノードの光スイッチ21により、現用リング、予備リングどちらかの光信号を選択することが可能であるからである。

【0082】又、現用信号の共有予備資源を持つ予備リングをn本持つシステムの場合、現用リングへと予備リング全てに切り替えることを可能にするためには(n+1)×1の光スイッチを用いる必要がある。このように、本発明が適用可能な一般的なm×nスイッチを用いても本発明が適用可能であることは自明である。

ナある。

【0083】本発明の実施の形態では、送信側、受信側
のスイッチとして光スイッチ211~214を用いた
が、ここでスイッチングをせずにそのまま直接分離出力
端や分離入力端に接続し、光信号を電気信号に変換した
後に電気のスイッチによりプロテクションを行うことに
よっても本発明が実施できることは自明である。

【0084】又、電気のスイッチとしては、空間的に切
り替える電気のスイッチでも、時分割多重された信号を
時分割多重分離したものを切り替える電気のスイッチで
も、ATMスイッチのようにセルにより確立したコネク
ションを切り替えるATMスイッチでも、本発明は支障
無く実施できる。

【0085】本発明の実施の形態では、光信号の監視の
ために10:90の分岐比の光カップラを用いたが、光
レベル設計が問題なければ、光パワー分岐比、結合比は
特に限定されるものでないことは自明である。

【0086】本発明の実施の形態では、4ノード、2波
長
のリングの場合について説明したが、ノード数、波長
多重数がこれ以外のシステムでも本発明が適用できる
こ
TXF FR=0002 HE=250 WI=080 LX=1100 LY=0300とは自明である。

【0087】本発明の実施の形態では、全ての光信号の
挿入、分離が可能である構成を用いたが、全ての波長の
挿入分離が可能でない構成でも本発明が適用できること
は明らかである。

【0088】本発明の実施の形態では、波長多重された
系を前提としているが、波長多重数が1の場合でも、本
発明が実施可能であることは明らかである。

【0089】本発明の実施の形態では、光多重技術とし
て波長多重技術を適用した場合について検討したが、A
偏波多重、時間多重、空間多重等の多重技術を適用し
ても本発明が実施可能であることは明らかである。空間
多重システムに本発明を適用するには、光ファイバ複数
束を束ねた物を光ファイバ群として扱い、光ファイバ群
に
よりノードをリングトポロジに接続し、光ファイバ群に
より構成されるリングを1つのリングとして扱うこと
に
より、本発明が適用できる。例えば、ファイバ群のリン
グが4つであれば、第1の実施の形態と同様に障害回復
を行うことが可能であり、ファイバ群のリングが2つで
あれば、第2の実施の形態、第3の実施の形態と同様に
取り扱えるからである。

【0090】本発明の実施の形態として、2ファイバの
場合、4ファイバの場合を示したが、それに限定さ
ず、BRのものではない。例えば、4ファイバシステムから、共有
予備資源となる予備リングを右回り、左回り、本ずつ増
やし、障害回復に用いるスイッチを3×1スイッチにす
れば、6ファイバリングに於いても本発明が適用でき
る。又、第2の実施の形態、第3の実施の形態で説明し
たように、帯域資源の一部を現用資源、残りを予備資源
として用いさせれば、2ファイバリングである必要
は無く、3ファイバリング、4ファイバリングにも本
発明は適用可能である。

【0091】光信号を1本のファイバ中で双方向に伝送
するシステムを用いれば、物理的には1つのリングし
て
は逆向き回りの2つのリングとみな
すことができ、本発明構成、方法が適用可能であ
る。こ
の技術を用いると、物理的には、本発明の実施の発明で
説明したリングの本数より少ない本数のリ
ングを用いて
本発明の適用が可能である。

【0092】本発明の実施の形態では、受信側ノードで
は、スイッチを用いることにより受信するリングを
り
替えた。しかし、障害が発生すると障害の発生した方
の
光信号が受信側ノードに入力されないよう
になっている
ので(ソースノードで迂回路に信号を送出するように切
り替えている)、受信側ノードでは、
の起こって
ない方のリングからの光信号のみ信号終端ノードに入
力
される。従って、光スイッチを
いてどちらのリングを
受信するか選択する必要はなく、光カップラを用い
るこ
により本発明を支障無く実施できる。従って、本発明
の請求項中の合流手段の例として、パワーを足し合
わせ
DP N=0014
TXF FR=0001 HE=245 WI=080 LX=0200 LY=0300)の光
カップラのようなタイプや、本発明の実施の形
態で説明した光スイッチのような切り替え型を用い
るこ
が可能である。

【0093】本発明の実施の形態では、波長多重器、波
長多重分離器としてAWGを用いたが、回折格子を用
いた
ものや、ファイバ・ブラッグ・グレーティング(ファ
イバの中に周期構造を持たせてフィルタを構成し、
の)を組み合わせたもの等、波長を多重したり波長多
重
分離する機能を持つものを用いれば、本発明が支障
無く実施できることは自明である。

【0094】本発明の実施の形態では、光増幅器を光通
信ノードや光伝送路中に用いていないが、それを用い
た
系でも本発明が支障無く実施できることは自明である。

【0095】本発明の実施の形態では、光信号を電気信
号
に変換することなく、光のまま途中のノードを通
す
る光通信ネットワークについて説明したが、途中で電
気
信号に変換して再び光信号に変換する装置が
入
されて
ても本発明が支障無く実施できることは自明である。
こ
のような装置を入れることによりリン
グの長距離化が
可能となる。

【0096】本発明の実施の形態では、光バスとして途
中
で波長変換の無いものを用いたが、リングネットワ
ク
中に波長変換器を挿入し、途中で波長変換がなされ
て
いるものを光バスとして扱っても、本発明が支障
無く実
施できる。波長変換器としては、光信号を一旦電気信
号
に変換してから所望の波長の光源を用いて再び光信号
に
変換する方法、相互利得変調、相互位相変調、四波混
合
を用いる方式等、どれでも適用できる。波長変換器を
用
いることにより、予備光バスをうまく割り当てるこ
と
により予備リングの中での波長の再利用(同一リン
グで
同じ波長を再び用いること)が可能となるので二重障
害
等の多重障害への耐性が良くなる。

【0097】本発明の実施の形態では、予備リングでは
障害の起こっていない時に光を送っていないが、
予
備リングを用いた伝送系に障害が発生していないかを
確認するため、障害の起こっていない時にも光信号を
流
す方法を用いても本発明は適用可能である。例えば、
予
備リングを周期的に全ての予備バスを
成
するよう
動作させて予備光バスの監視を周期的に行い、障害を
検
出したり、切り替え要求メッセージを受信すると、
監視
のための予備バスを構成することをやめて、障害回復
の
ための予備光バスのみを構成す
る影
響をいれれば良い。

【0098】本発明の実施の形態では、左回りか右回り
の現用バスいづれか1方向の通信の障害に対する障
害
回復について説明したが、右回りの通信と左回りの
通信の
両方の障害が同時に起こっても、本発明の
用
が可能で
る。本発明では、それぞれの共有予備資源は独立に割
り
当てられており、それぞれ独立に迂回路を形成でき
る
からである。

<TXF FR=0002 HE=065 WI=080 LX=1100 LY=0300>【0099】

【発明の効果】本発明を適用するならば、ループバック
スイッチを行う事無く障害回復を行っているので、光
号
の総伝送距離を小さくすることが可能である。従つ
て、光のまま伝送可能な距離が定まっている時、ル
ー
バックを行うシステムよりも大きな全長のリングを
構成
することが可能である。又、1+1プロテクションのよ
く
予備資源を専有して用いておらず、予備資源を共有
し
て運用する現用光バスの本数、
す
ること
が可能である。従って、バスの収容効率と長いリン
グ
の両方の特徴を持つ障害回復機能を有したリングシ
ス
テムを実現でき、通信ネットワークを低コストに構築
でき
る。

</SDO><SDO EDJ><TXF FR=0003 HE=175 WI=080 LX=1100 LY=0950>【 図面の簡単な説明】

- 【 図1 】 本発明の第1の実施の形態を示すブロック構成
図である。
【 図2 】 図1 で用いられる右回り現用信号処理部を示す
ブロック構成図である。
【 図3 】 図2 で用いられる光ADM部を示すブロック構成
図である。
【 図4 】 第1の実施の形態で用いられる障害回復動作を
説明する図である。
【 図5 】 第1の実施の形態で用いられる障害回復動作を
説明するシーケンスチャートである。
【 図6 】 第1の実施の形態で用いられる障害回復動作を
説明する1ノード中でのフローチャートである。
【 図7 】 第1の実施の形態で用いられるシステムの効果
を説明するための図である。
【 図8 】 図3 の他の実施例を示すブロック構成図であ
る。
【 図9 】 図3 の他の実施の形態を示すブロック構成図で
ある。
【 図10 】 従来例を示すブロック構成図である。
【 図11 】 従来例を示すブロック構成図である。

【 符号の説明】

- 101、103 現用リング
102、104 予備リング
200 右回り現用信号処理部
211～214 光スイッチ
215、216 監視制御器
217～220 光分岐器
310、311 光ゲート
401 現用光バス
402 予備光バス
1021 現用光バス
1022 予備光バス
1121 現用光バス
1122 予備光バス

</SDO><SDO DRJ><DP N=0015><TXF FR=0001 HE=005 WI=013 LX=0550 LY=0350>【 図1 】

- <EMI ID=000003 HE=072 WI=080 LX=0220 LY=0450><TXF FR=0002 HE=005 WI=013 LX=1400 LY=0350>【 図2 】
<EMI ID=000004 HE=064 WI=080 LX=1070 LY=0450><TXF FR=0003 HE=005 WI=013 LX=0550 LY=1250>【 図3 】
<EMI ID=000005 HE=043 WI=080 LX=0220 LY=1350><TXF FR=0004 HE=005 WI=013 LX=0830 LY=1850>【 図4 】
<EMI ID=000006 HE=081 WI=132 LX=0240 LY=1950><TXF FR=0005 HE=005 WI=013 LX=1400 LY=1160>【 図5 】
<EMI ID=000010 HE=047 WI=080 LX=1070 LY=1260><DP N=0016><TXF FR=0001 HE=005 WI=013 LX=0980 LY=0350>【 図6 】
<EMI ID=000007 HE=081 WI=130 LX=0400 LY=0450><TXF FR=0002 HE=005 WI=013 LX=0980 LY=1330>【 図7 】
<EMI ID=000008 HE=132 WI=130 LX=0400 LY=1430><DP N=0017><TXF FR=0001 HE=005 WI=013 LX=0540 LY=0350>【 図8 】
<EMI ID=000009 HE=072 WI=078 LX=0220 LY=0450><TXF FR=0002 HE=005 WI=013 LX=1370 LY=0350>【 図9 】
<EMI ID=000011 HE=043 WI=080 LX=1040 LY=0450><TXF FR=0003 HE=005 WI=016 LX=0540 LY=1220>【 図10 】
<EMI ID=000012 HE=072 WI=080 LX=0220 LY=1320><TXF FR=0004 HE=005 WI=016 LX=1390 LY=0930>【 図11 】
<EMI ID=000013 HE=077 WI=080 LX=1070 LY=1030></SDO>